6 f

édité par le Haut-Parleur

électronique pratique

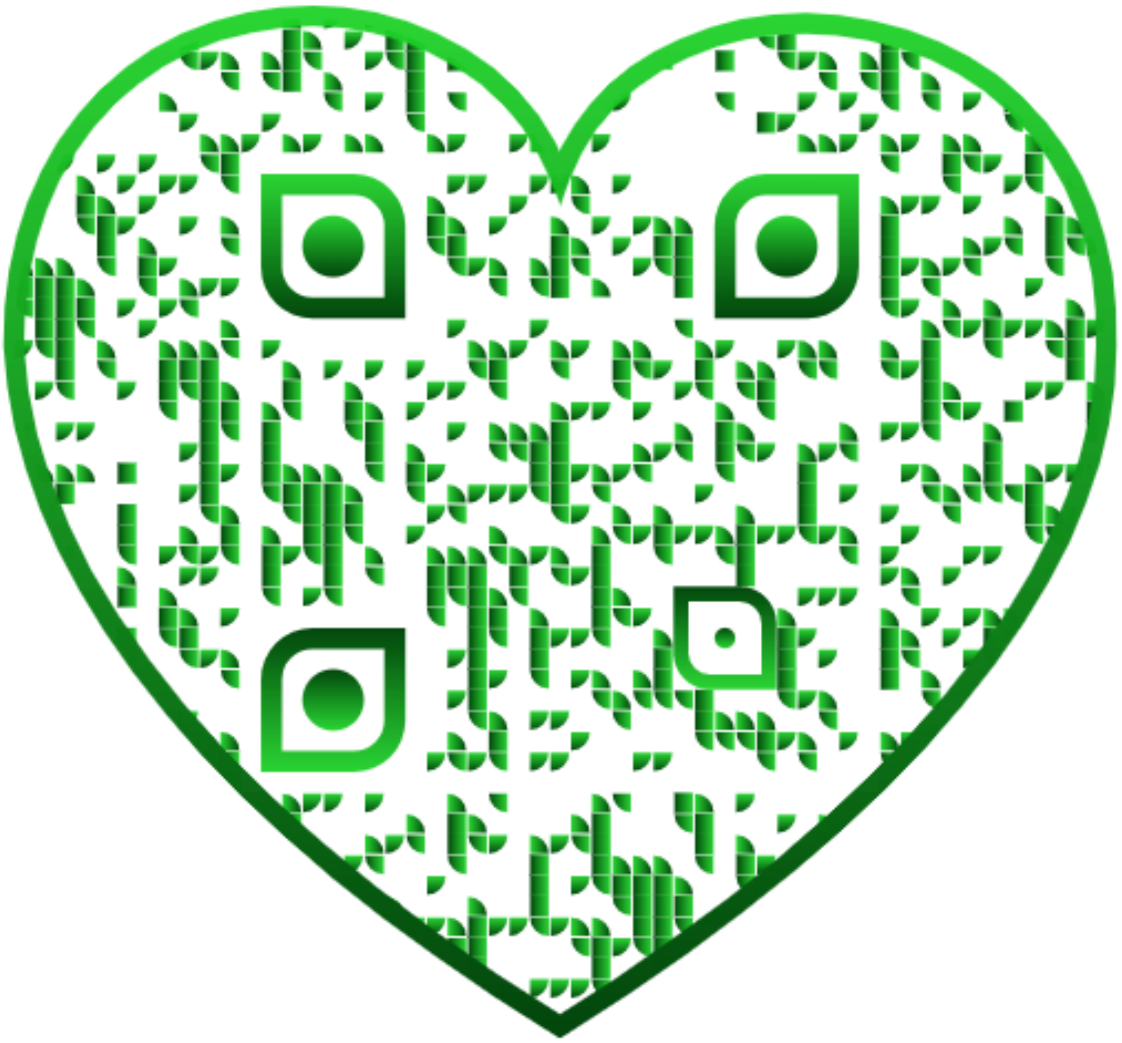
N° 25 - NOUVELLE SERIE - MARS 1980

Initiation · Compo[illegible] · Réalisations · Kits · Expérimentations

sommaire détaillé p.

un mégaphone

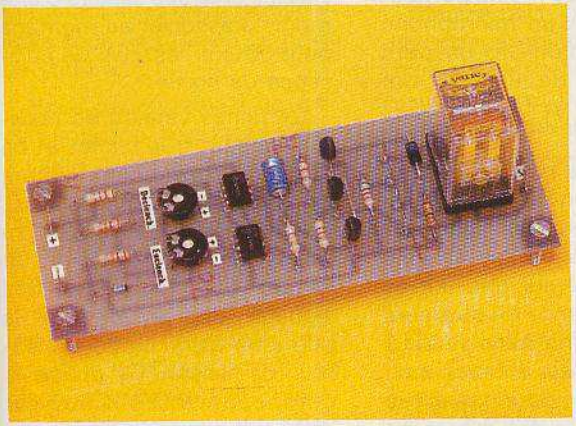
Canada : $ 1,[illegible] - Belgique : 49 FB - Suisse : 2,50 F - Espagne : 125 Pesetas - Tunisie : 700 Mil. - Italie : 2 200 [illegible]es



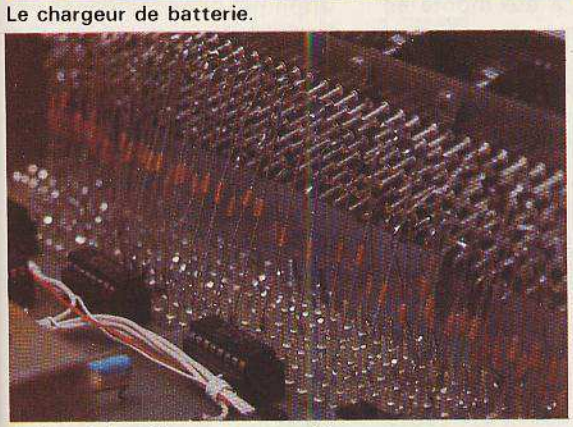
électronique pratique

REVUE MENSUELLE

N° 25
NOUVELLE SERIE



Le chargeur de batterie.



Le jeu de lumière programmable.

Le régulateur de vitesse.

sommaire

Réalisez vous-mêmes

82 | Un mégaphone
84 | Une alimentation stabilisée 1,5 à 24 V/ 1,2 A
91 | Un amplificateur pour casque
93 | Un chargeur de batterie à arrêt automatique
97 | Un régulateur de vitesse
98 | Un jeu de lumière programmable
108 | Un montage pour mieux sonoriser vos films
150 | Un générateur BF à faible distorsion

Pratique et initiation

133 | La clé des microprocesseurs (4e partie)
140 | Parlez-moi du 4011 (5e partie)
145 | Revue de presse technique internationale
152 | Boîte de connexion « experimentor »

Divers

192 | Page abonnements
193 | Nos Lecteurs / Répertoire des annonceurs

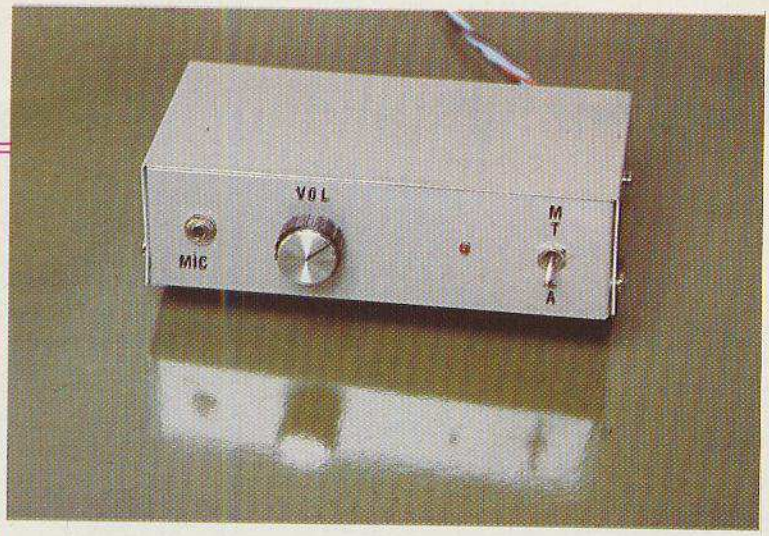
ADMINISTRATION-REDACTION : Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques
Société anonyme au capital de 120 000 F. - 2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. - Tél. : 200.33.05. - Télex PVG 230 472 F
Directeur de la publication : **A. LAMER** – Directeur technique : **Henri FIGHIERA** – Rédacteur en chef : **Bernard FIGHIERA**
avec la participation de **B. Roux, S. Pulcina, S. Feral, J.P. Teychene, R. Knoerr, D. Roverch, M. Archambault, H. Schreiber, R. Rateau, F. Juster.**
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75019 Paris. - Tél. : 200.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60

ABONNEMENTS : Abonnement d'un an comprenant : 11 numéros ELECTRONIQUE PRATIQUE. Prix : **50 F - Etranger : Prix : 80 F**
Nous laissons la possibilité à nos lecteurs de souscrire des abonnements groupés soit :
LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 125 F - Etranger à 195 F
SONO + LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 180 F - Etranger à 250 F
En nous adressant votre abonnement, précisez sur l'enveloppe : « SERVICE ABONNEMENTS » 2 à 12, RUE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.
Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal. — Prix d'un numéro . . . . . 6 F
Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits. **ATTENTION !** Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre 1 F et la dernière bande.

déno/rident ph. j.p.lagiewski

Un MEGAPHONE avec le TDA 2002



LA technologie actuelle met à la disposition des amateurs certains composants « miracle » qui permettent d'obtenir de surprenants résultats à l'aide de très peu d'éléments. En effet, d'importants efforts ont été faits dans le domaine des amplificateurs de puissance pour autoradio.

Il y a vingt ans, les transistors germanium de sortie exigeaient l'emploi de transformateurs de sortie pour obtenir sous les 12 à 14 V de la batterie une puissance de sortie de 4 à 5 W. Aujourd'hui, un circuit intégré se présentant sous la forme d'un boîtier analogue à celui d'un triac, va délivrer une puissance de 5 à 7 W.

Il s'agit du circuit intégré TDA 2002 qui, notamment, autorise la réalisation des amplis « booster » destiné à augmenter la puissance de sortie des radio-récepteurs ou bien des autoradios. Nous vous présentons, équipée de ce circuit la maquette d'un mégaphone ou porte-voix électronique dont le principe de fonctionnement repose sur l'utilisation entre autres d'un haut-parleur miniature en tant que microphone.

Le schéma de principe

Le schéma de principe général du mégaphone est présenté **figure 1.** Il s'agit d'un montage hybride construit autour du circuit intégré en question et de deux transistors NPN. L'ensemble se compose d'un adaptateur d'impédance et de l'amplificateur de puissance, proprement dit.

L'expérience démontre que les amateurs éprouvent toujours quelques difficultés à s'approvisionner en pièces sinon rares, du moins particulières, tels qu'un microphone d'où l'idée d'utiliser un petit haut-parleur de 40 à 60 mm de diamètre et de 4 à 25 Ω d'impédance.

Afin que le rendement soit acceptable on ne peut pas en effet brancher un haut-parleur dont la bobine mobile présente 8 Ω sur une entrée d'une impédance de plusieurs milliers d'ohms, sans courir à des résultats désastreux. C'est la raison pour laquelle le transistor T_1 a été monté en base commune.

En effet, l'entrée des signaux s'effectue au niveau de l'émetteur, tandis que la base sert de référence tout en étant portée à la masse par les éléments R_Z / C_1.

Le montage n'apportant pas de gain un deuxième transistor fait suite et permet d'appliquer les tensions BF amplifiées à l'entrée du montage amplificateur. Le potentiomètre P_1 de volume ou niveau va permettre de n'injecter que la fraction de tension désirée.

Le circuit intégré en lui-même, ne nécessite que très peu de composants périphériques ou « discrets ». Comm pour la plupart des circui intégrés il nous faut no cantonner à l'exploitation d la notice du fabricant qui pr cise les diverses valeurs d'él ments à associer au montag pour obtenir les 7 W de pui sance de sortie.

Certaines valeurs de résis tances sont très faibles et d veillera, à une bonne lectu du code des couleurs. Ains l'alimentation se réalise a niveau des bornes (5) et (tandis que la sortie de signaux est prévue sur borne (4) et qu'un condensa teur de liaison C_8 coupe composante continue e applique ces tensions a haut-parleur de 4 à 2 d'impédance. Impédance obtenues par le montage e parallèle de haut-parleur 8 pour autoradio).

Selon l'application envisa gée, amplificateur pour auto radio, mégaphone ou porte voix, l'alimentation se réali sera à partir de la batteri 12 V de l'automobile ou bie à l'aide de 3 piles de 4,5 montées en série. Mai comme rien ne se perd, rie ne se crée, pour une puis sance de sortie de 7 W, l montage va consommer 0,6 0,8 A, débit relativemen important pour les piles d'ali mentation.

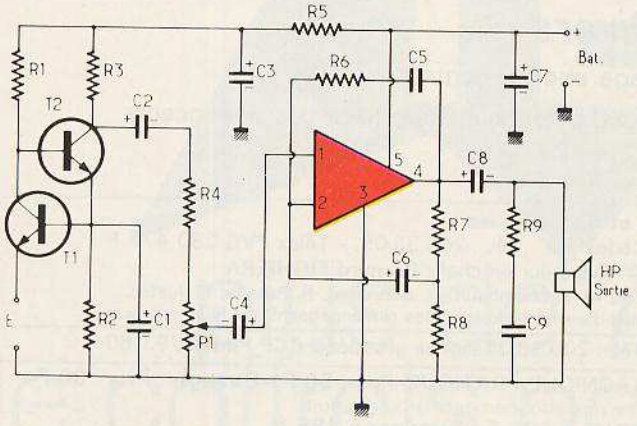


Fig. 1

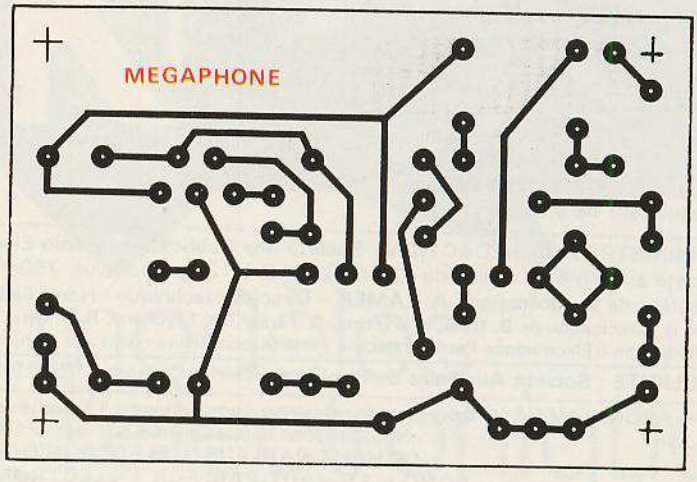


Fig. 2

Réalisation pratique

Pour de plus amples facilités d'utilisation, le montage a été introduit à l'intérieur d'un coffret aluminium Teko de référence 4/B dont les dimensions s'inscrivent parfaitement avec la place disponible sous un tableau de bord de voiture.

Nous avons réalisé un circuit imprimé, très facilement, à l'aide d'éléments de transfert Mecanorma. Le tracé n'a rien de compliqué et s'exécutera avec succès en suivant le dessin de la **figure 2**.

Sur l'implantation des éléments de la **figure 3** vous constaterez d'une part qu'une place importante a été réservée au refroidisseur dont doit être obligatoirement muni le circuit intégré, et que, d'autre part, par rapport aux photographies de présentation, le condensateur C_1 et la résistance R_2 disposés en parallèle ont été permutés par souci d'encombrement.

On veillera comme déjà précisé à la mise en place des résistances de faibles valeurs comme R_8 et R_9 en remarquant bien que la troisième bague « or » constitue le multiplicateur 0,1 (soit pour 1 Ω – marron 1, noir 0, or Xo,1, or tolérance 5 % – d'où 10 x 0,1 = 1 Ω).

Par ailleurs et selon le type de dissipateur employé on s'assurera que ce dernier soit parfaitement isolé des autres composants du montage.

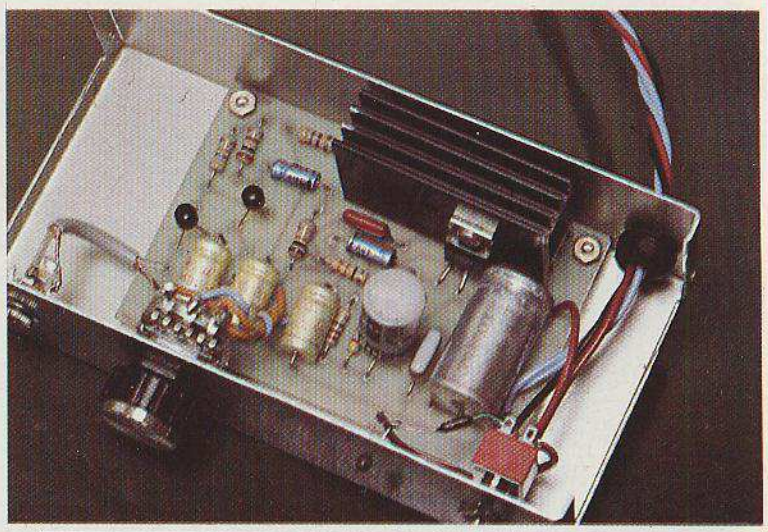
Enfin, et suivant l'application envisagée, les signaux BF pourront directement être injectés au niveau de la résistance R_4 en faisant abstraction de la section d'adaptation d'impédance.

D'autre part, on se prémunira des problèmes d'« effet Larsen » (sifflement) en éloignant le haut-parleur utilisé comme microphone.

Une fois le montage sous tension, il se produira un échauffement normal du dissipateur.

Composants

P_1 : potentiomètre 10 kΩ variation log.
R_1 : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
R_2 : 680 Ω (bleu, gris, marron).
R_3 : 2 kΩ (rouge, noir, rouge).
R_4 : 10 kΩ (marron, noir, orange).
R_5 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge).
R_6 : 33 Ω (orange, orange, noir).
R_7 : 220 Ω (rouge, rouge, marron).
R_8 : 2,7 Ω (rouge, violet, or).
R_9 : 1 Ω (marron, noir, or).
C_1 : 100 µF/16 V.
C_2 : 6,8 µF à 10 µF/12 V.
C_3 : 100 µF/16 V.
C_4 : 6,8 µF à 10 µF/12 V.
C_5 : 27 nF.
C_6 : 470 µF/25 V.
C_7 : 100 µF/16 V.
C_8 : 1 000 µF/16 V.
C_9 : 82 nF à 0,1 µF.
T_1, T_2 : BC 408 B, BC 109, BC 107.
IC_1 : TDA 2002 SGS/ATES.



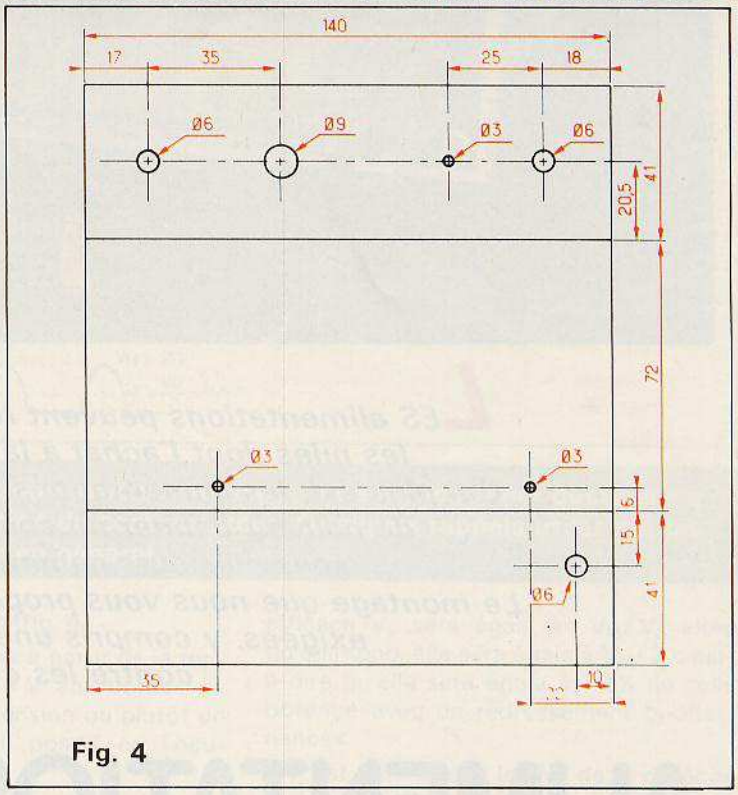


Fig. 4

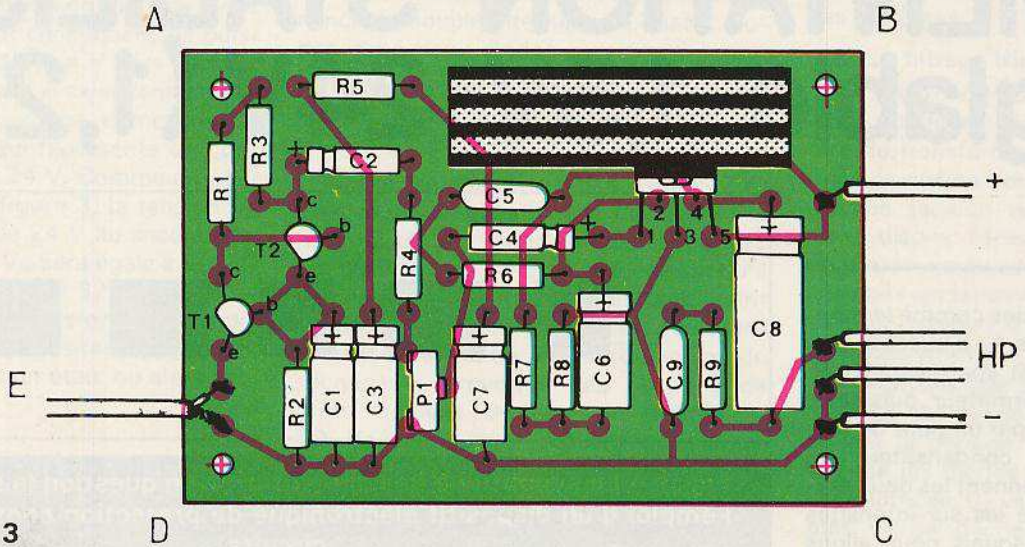
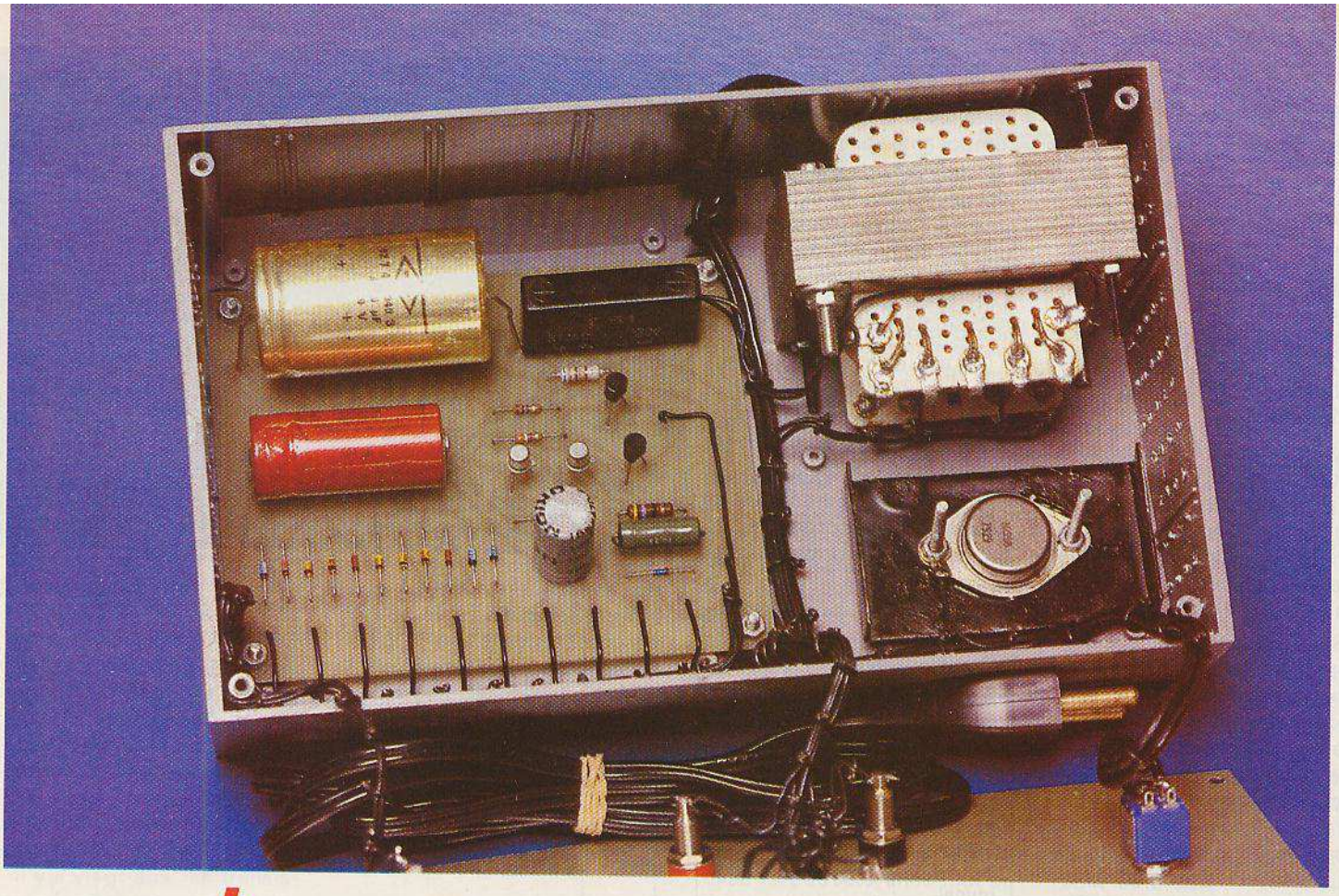


Fig. 3



LES alimentations peuvent remplacer très avantageusement les piles dont l'achat à la longue reste très onéreux. Qui plus est, les alimentations présentent l'avantage indéniable de pouvoir débiter un courant supérieur à un ampère sous plusieurs gammes de tensions usuelles. Le montage que nous vous proposons présente toutes les qualités exigées, y compris une protection électronique contre les courts-circuits.

ALIMENTATION STABILISEE règlable 1,5V-24V (1,2 A)

I – Principe de fonctionnement

Il se fait en cinq parties comme le montre le synoptique **figure 1** ; d'abord la tension secteur 220 V est abaissée à 24 V, c'est le rôle du transformateur, puis cette tension est redressée par un pont de diodes, filtrée par un condensateur de 4700 μF et ensuite viennent les deux étages, protection contre les sur-intensités et stabilisation sur lesquels nous allons revenir plus en détails.

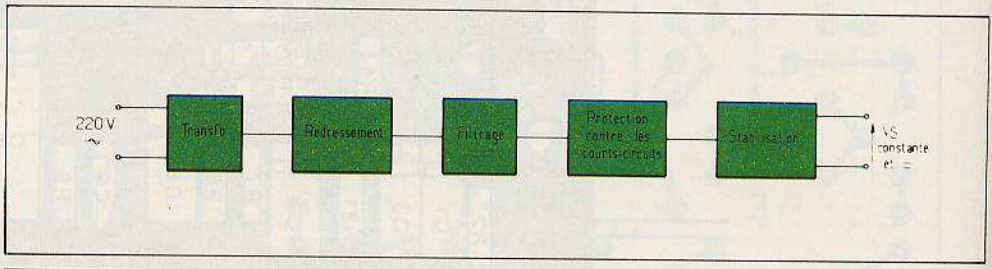


Fig. 1. – Le synoptique de l'alimentation en question laisse apparaître l'emploi d'un dispositif électronique de protection contre les courts-circuits.

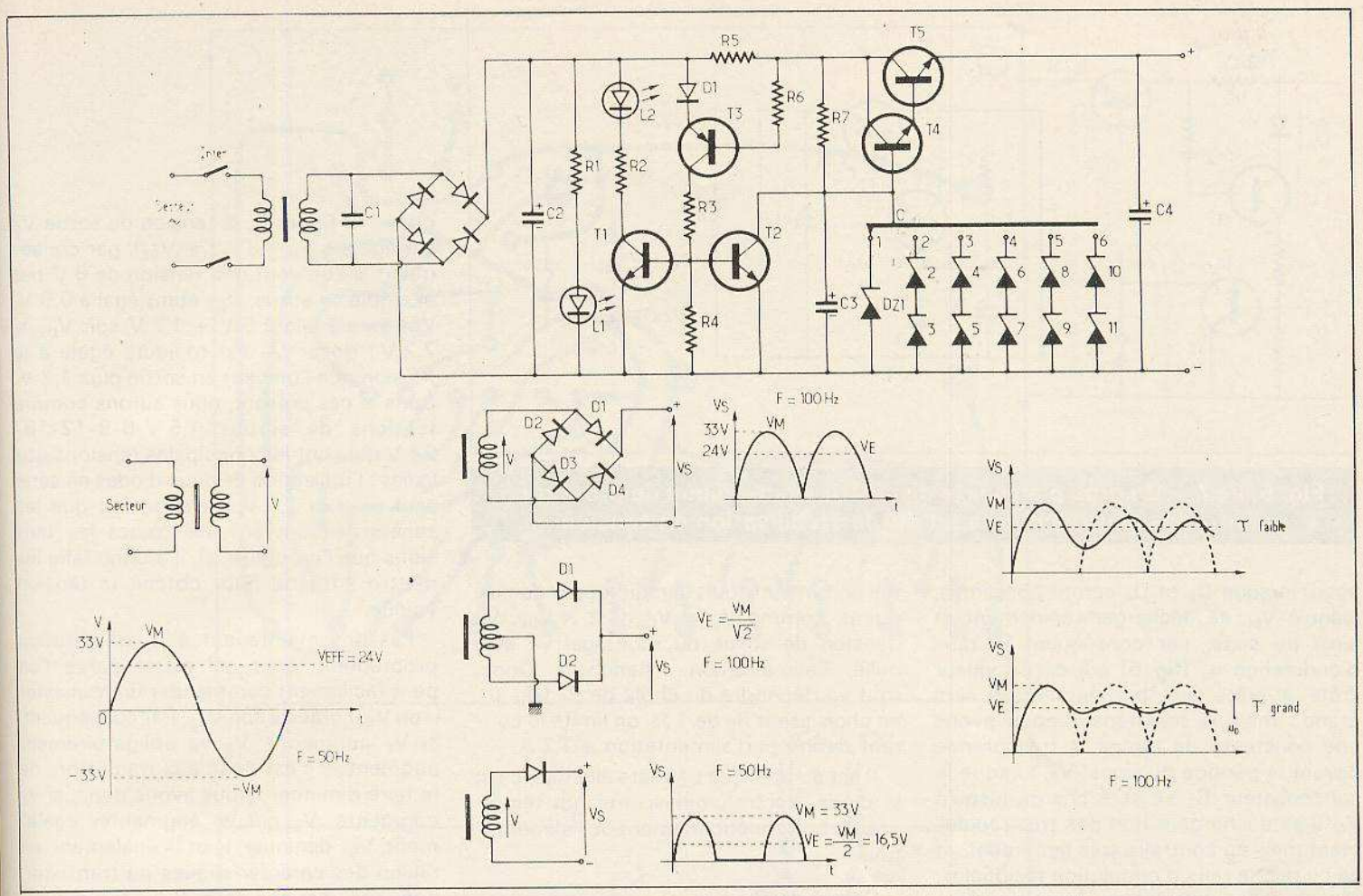


Fig. 2. à 5. – Schéma de principe complet de l'alimentation avec sa « batterie » de diodes zéner destinées à délivrer les diverses tensions de sortie suivant la position du commutateur. Quelques rappels utiles sur les alimentations en général.

II – *Schéma détaillé*

Figure 2.

a) Le transformateur **(fig. 3)** est encombrant et c'est de loin le composant le plus cher ; nous voulons en sortie du montage une tension continue de 24 V sous 1,2 A max, par conséquent, sa puissance maxi sera de $P = V . I = 24 . 1,2$ soit de 28,8 VA, mais avec la consommation propre du montage comptons au moins 36 VA, ce qui représente un courant de 1,5 A sous 24 V. Comme on peut le remarquer à la **figure 3**, la tension V_E (V efficace) étant de 24 V au secondaire, la tension de crête V_M sera égale à $V_E . \sqrt{2}$ soit $V_M = 14 . 1,414 = 32,9$ V. Si à la mise sous tension le transformateur bourdonne, il ne faut pas hésiter de resserrer ses tôles, soit dans un étau, ou alors resserrer ses tiges.

b) L'interrupteur

Dans un montage sur secteur, il n'est pas à négliger ; il faudra de préférence un bipolaire afin d'être sûr que la phase soit coupée.

c) Le redressement **(fig. 4)**

Son but est d'obtenir à partir de la tension alternative de 24 V aux bornes du transformateur, une tension ou plutôt un signal unidirectionnel, positif en l'ocurence.

Pour ce faire, trois choix : le mono alternance, le double alternance à quatre diodes, ou à deux diodes.

Nous choisirons, le double alternance à quatre diodes (encore appelé « Pont de GRAETZ ») pour les raisons suivantes :

Redressement « Pont de GRAETZ » : c'est incontestablement le meilleur et le plus utilisé. Ses avantages par rapport au double alternance à deux diodes sont qu'il n'utilise pas un transformateur à point milieu, point milieu qui, n'étant pas exactement à la moitié de l'enroulement du secondaire, provoque des tensions de crête inégales amenant un ronflement 50 Hz. Les autres présentent l'avantage, par rapport au mono-alternance, d'une fréquence du signal en sortie du pont double (100 Hz, **fig. 4**), ce qui facilite le filtrage, alors qu'en mono elle est de 50 Hz **(fig. 4)**, de plus la tension efficace V_E sera égale à : $V_M/\sqrt{2}$ alors qu'en mono, elle sera égale à $V_M/2$ c'est-à-dire qu'elle sera égale à 70 % de celle obtenue avec un redressement bi-alternances.

Il est à noter que le rôle de la capacité C_1 est d'éliminer les éventuelles fréquences parasites.

d) Le filtrage **(fig. 5)**

C'est le rôle de C_2 appelé plus couramment condensateur en tête. Son but va être de transformer le signal variable V_s, mais positif en sortie du pont de diodes en une tension sensiblement continue, nous disons sensiblement, car comme vous pouvez le constater, cette tension n'est pas parfaitement continue, c'est plutôt une tension d'ondulation **(fig. 5)** de quelques millivolts crête-à-crête.

Admettons que la constante de temps $\tau = RC$ du condensateur C_2 soit faible devant la période du signal V_S (10 ms), lorsque les diodes D_1 et D_3 **(fig. 4)** sont conductrices, C_2 va se charger jusqu'à V_M puis va se décharger très rapidement puisque τ sera faible devant la période du signal V_S, puis il va se recharger à nou-

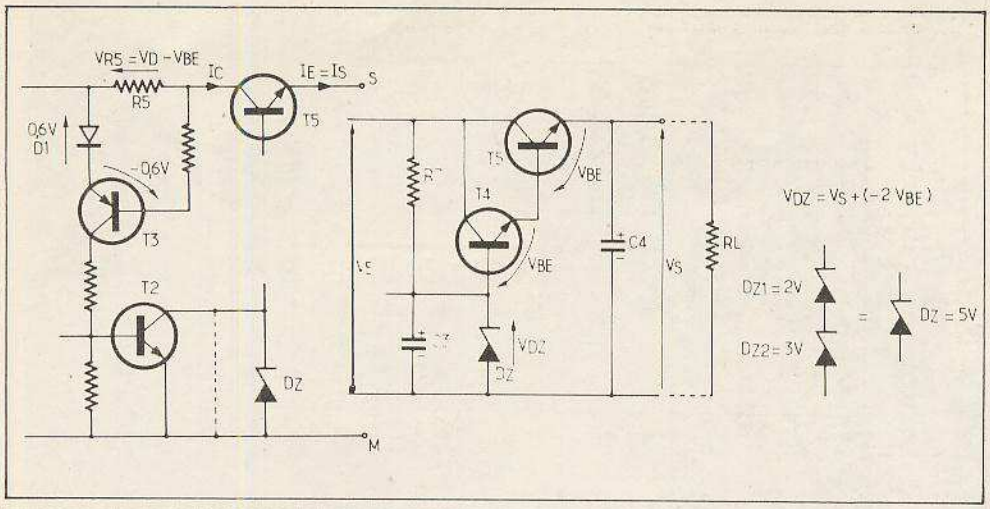


Fig. 6. et 7. – Un gros plan sur le dispositif électronique de protection contre les courts-circuits, et sur la stabilisation en tension.

veau, lorsque D_2 et D_4 seront passantes, jusqu'à V_M, se décharger rapidement et ainsi de suite, par conséquent le taux d'ondulation u_o **(fig. 5)** qui est la valeur crête à crête aux bornes de C2 sera grand ; mais si maintenant nous avons une constante de temps τ très grande devant la période du signal V_S, lorsque le condensateur C_2 se sera chargé jusqu'à V_M il se déchargera non pas très rapidement mais au contraire très lentement, et de ce fait, le taux d'ondulation résiduel u_o **(fig. 5)** sera très faible et donc assimilable à une tension continue. Par conséquent pour le choix de C_2 une seule règle : une capacité de valeur la plus forte possible, nous avons choisi une 4700 μF de 40 V mini, car il ne faut pas oublier que V_M = 32,9 V.

e) Protection contre les courts-circuits

Le cœur du dispositif se construit autour de l'ensemble résistance, diode et transistor R_5-D_1-T_3. Comme on peut le remarquer la résistance R_3 est en série avec le montage, le courant qui la traverse est à peu de chose près le courant de charge ($IR_5 = I_{C5}$: **fig. 6)**, celui-ci produit une ddp proportionnelle au courant débité par l'alimentation. Reportons-nous maintenant à la **figure 6.**

Comme on peut le constater $V_{R5} = V_{D1} - V_{BET1}$), donc tant que V_{R5} ne sera pas $\geqslant$ 1,2 V ($V_{D1} = -V_{BE} = 0,6$ V) ; D_1 est non passante et T_3 est bloqué, ce qui entraîne que T_1 et T_2 seront bloqués. Imaginons maintenant ce qui va se passer s'il se produit un court-circuit dans le montage ; si une surintensité apparaît, le courant demandé devient donc très important, la chute de tension dans R_5 devient obligatoirement supérieure ou égale à 1,2 V, ce qui sature T_3 qui va à son tour saturer T_1 et T2 (L2 s'allume), le déblocage de T2 va court-circuiter la ou les diodes zener (T_2 saturé, sa jonction E-C peut être considérée comme un court-circuit) et par conséquent, comme $V_S = V_{D2} - 2 \times V_{BE}$, V_S (tension de sortie du montage) va être nulle, l'alimentation « flanche ». Donc, tout va dépendre du choix de R_5 **(fig. 6)**, en choisissant R_5 de 1 Ω, on limite le courant débité parl'alimentation à 1,2 A.

Il est à noter que L1 reste allumée, c'est la diode électroluminescente qui témoigne du bon fonctionnement de l'alimentation.

Calcul de R_5

$$R_5 = \frac{VR5}{IR5}$$

I_{R5} = 1,2 A

$V_{R5} = V_O - V_{BE} = 0,6 - (-0,6)$

V_{R5} = 1,2 V

R_5 = 1 Ω

$P_{R5} = V_{R5} \cdot I_{R5}$ = 1,44 W.

f) Stabilisation de tension **(fig. 7)**

Elle est effectuée par le dernier sous-ensemble. Comme son nom l'indique, ce dispositif va servir à stabiliser la tension de sortie si vous préférez à la rendre invariable, car il ne faut pas perdre de vue que la tension secteur varie ainsi que votre charge à alimenter en sortie du montage ; par conséquent cet ensemble est indispensable.

Il est constitué par un darlington (T_4 T_5), polarisé par R_7, résistance qui sert à la fois de résistance de polarisation et de protection pour la ou les zener ; ce darlington reçoit également une tension de référence grâce à la zener, C_3 et C_4 servant de condensateur de filtrage supplémentaire et dont le rôle est également de diminuer le bruit de fond. Comme on peut le remarquer à la **figure 7**, la tension de sortie V_S est égale à $V_{DZ} - (V_{BE} + V_{BE})$, par conséquent si l'on veut une tension de 6 V par exemple en sortie, V_{BE} étant égal à 0,6 V, V_{D2} sera égale à 6 V + 1,2 V soit V_{D2} = 7,2 V ; donc V_{D2} est toujours égale à la tension que l'on veut en sortie plus 1,2 V. Dans le cas présent, nous aurons comme tensions de sortie : 1,5 V-6-9-12-18-24 V qui sont les principales tensions utilisées ; l'utilisation de deux diodes en série sauf pour le 1,5 V, vient du fait que les zeners ne couvrent pas toutes les tensions que l'on utilise ici, il a donc fallu les mettre en série pour obtenir la tension voulue.

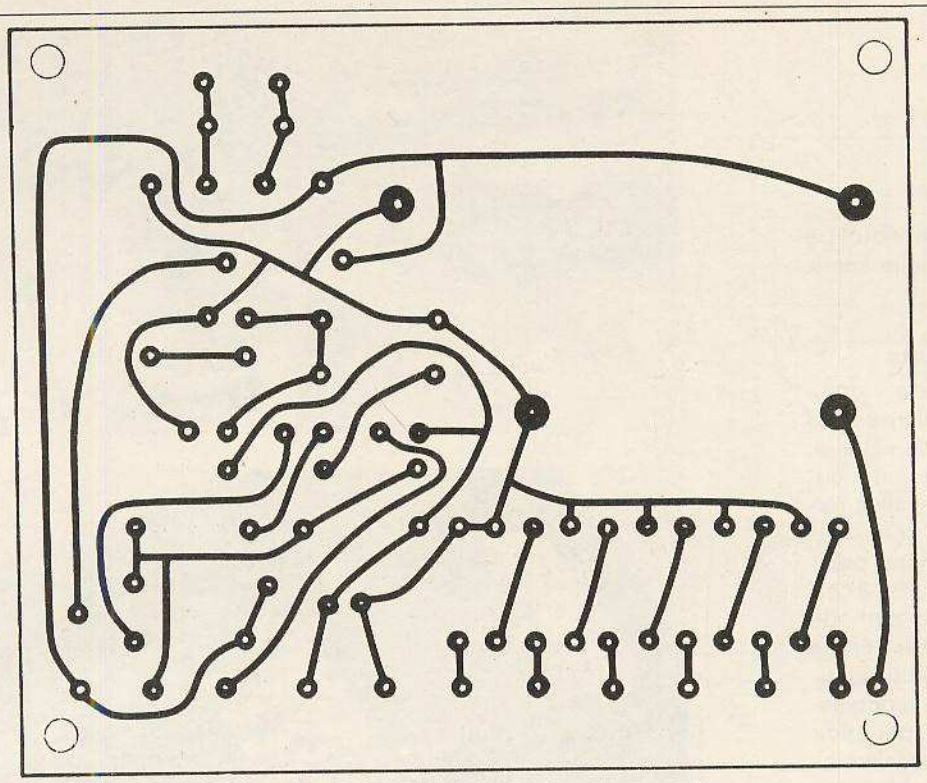
Passons maintenant à la stabilisation proprement dite ; qui existe parce l'on peut facilement commander un transistor (son V_{CE}) grâce à son V_{BE}. Par conséquent, si V_E augmente, V_S va obligatoirement augmenter, c'est donc aux transistors de le faire diminuer ; nous avons donc, si V_E augmente, V_S qui va augmenter également, V_{BE} diminuer, I_B et I_C également, en raison des caractéristiques du transistor, donc si I_C diminue, $V_S = R_L I_C$, V_S va diminuer ; admettons maintenant que R_L diminue, ceci va entraîner que V_S va diminuer également, donc V_{BE}, I_B et I_C vont eux au contraire, augmenter : $V_S = R_L = I_C = V_S$ va augmenter.

De plus, il est à noter en outre, qu'il nous faut obligatoirement mettre un Darlington du fait de l'intensité voulue en sortie. Cela présente l'avantage d'avoir un grand β, donc un meilleur régulateur puisque toutes variations de I_B vont entraîner des variations de I_C beaucoup plus importantes donc une résistance interne du montage beaucoup plus petite. Il va de soi que T_5 va très certainement chauffer quelque peu en utilisation en pleine puissance, par conséquent, il va être nécessaire de le refroidir à l'aide d'un radiateur qui sera en fait, un bout de tôle comme on le verra tout à l'heure dans la réalisation pratique.

Réalisation pratique

a) Le circuit imprimé :

Il est représenté à la **figure 8** ; pour sa réalisation, il faudra impérativement utiliser un support en époxy du fait que l'on va travailler sur le secteur ; et quant à sa réalisation, le procédé photographique avec les produits de transfert sera le meil-



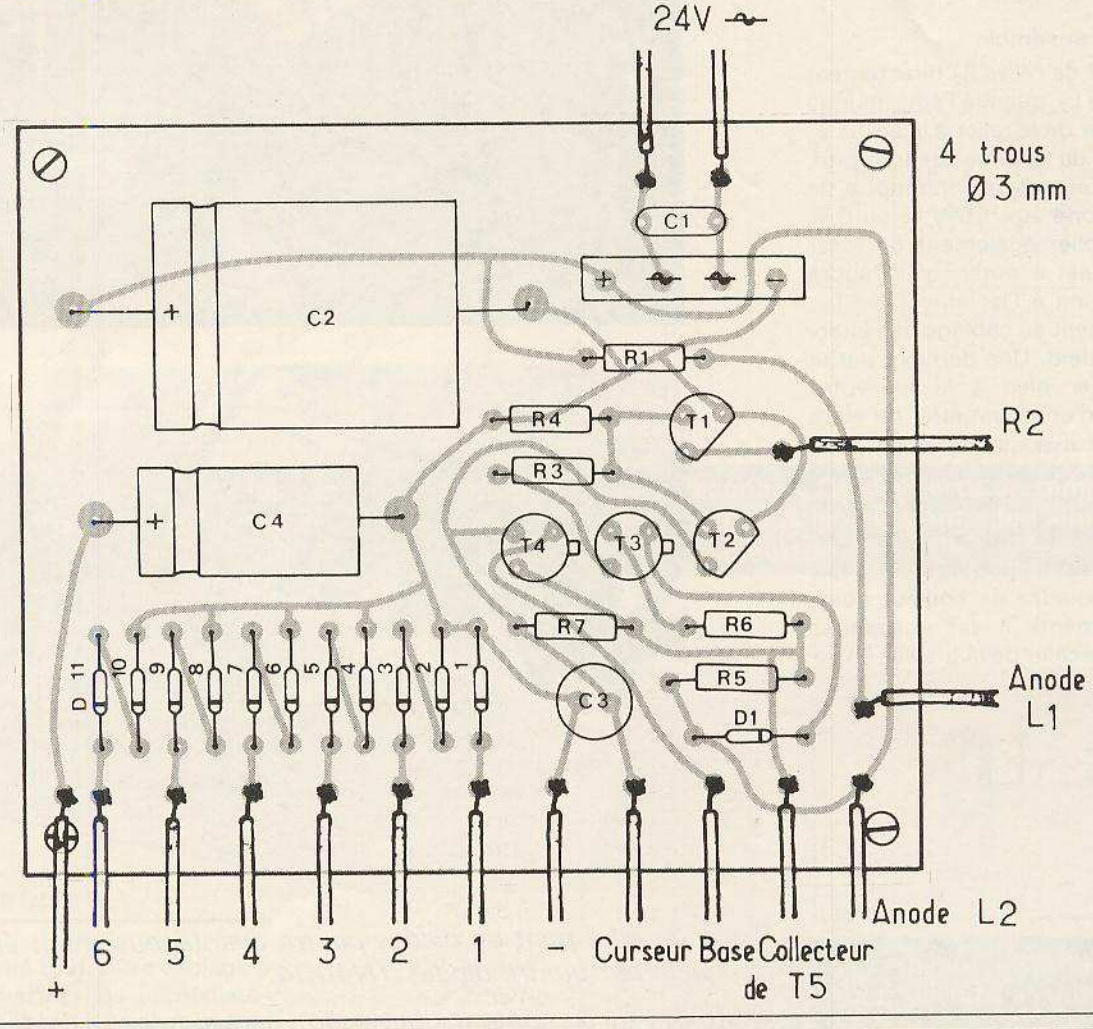


Fig. 8. – On pourra reproduire très facilement, à l'aide d'éléments de transfert direct, le tracé du circuit imprimé présenté grandeur nature. Une place suffisante a été réservée pour le condensateur de filtrage C_2. Le transistor de puissance se montera sur un dissipateur.

leur. Les trous devront bien entendu être percés au diamètre de vos composants. (Ø 1 m et Ø 8).

b) Implantation des composants :

Aucune difficulté particulière, sinon qu'il faudra veiller à la polarité des condensateurs, pour le choix de ceux-ci, n'utilisez surtout pas des capas qui n'ont pas servi depuis longtemps car elles risqueraient de claquer à la mise sous-tension. Faites également attention aux polarités du pont des diodes (+, –, ~, ~), à celles des zeners et de la diode (la cathode se reconnaît grâce à un trait à l'extrémité de celle-ci), quant aux diodes électroluminescentes, leurs cathodes se reconnaissent aux petits méplats que l'on peut voir en transparence à l'intérieur de celles-ci.

c) Câblage de l'ensemble :

Ne pas oublier de relier R_2 directement sur la cathode de L_2, quant à l'émetteur de T_5, ne pas oublier de le relier à la sortie +, pour le câblage du commutateur rotatif, prendre de préférence un ohmmètre, la sortie 1 correspond aux 1,5 V, 2 ou 6 V, etc., ne pas oublier également de relier son curseur ; il est à noter, qu'il faudra bien faire attention à l'isolement de T_5 ; attention également au câblage de l'alternatif : soyez prudent. Une dernière petite remarque, vérifier bien à la fin votre câblage à l'aide d'un ohmmètre, ou alors tout simplement avec une pile en série avec une lampe.

d) Radiateur pour T_5 (fig. 9) :

T_5 sera monté sur un petit radiateur fait main, que l'on peindra de couleur noire (pour l'échauffement), il est également intéressant d'intercaler de la graisse entre

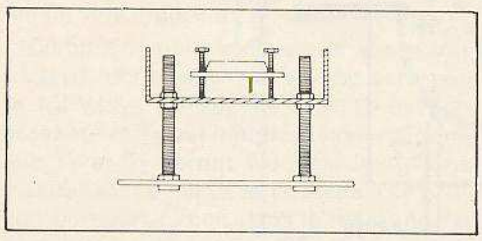
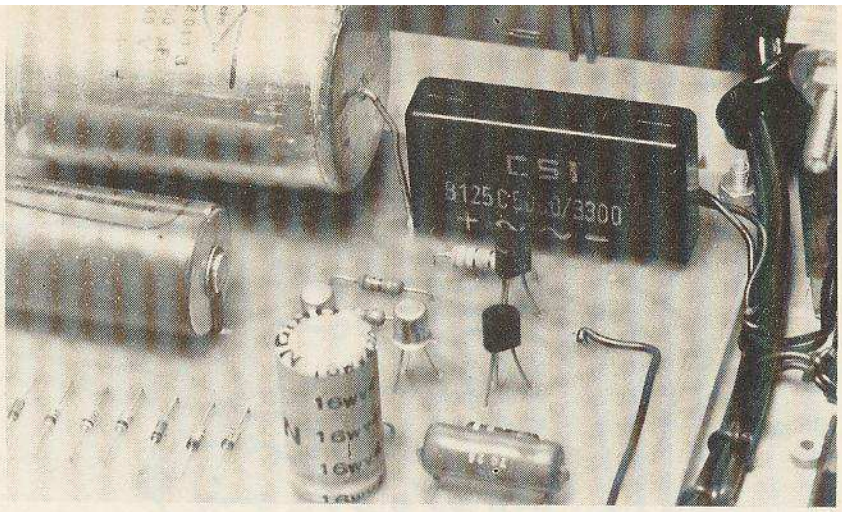
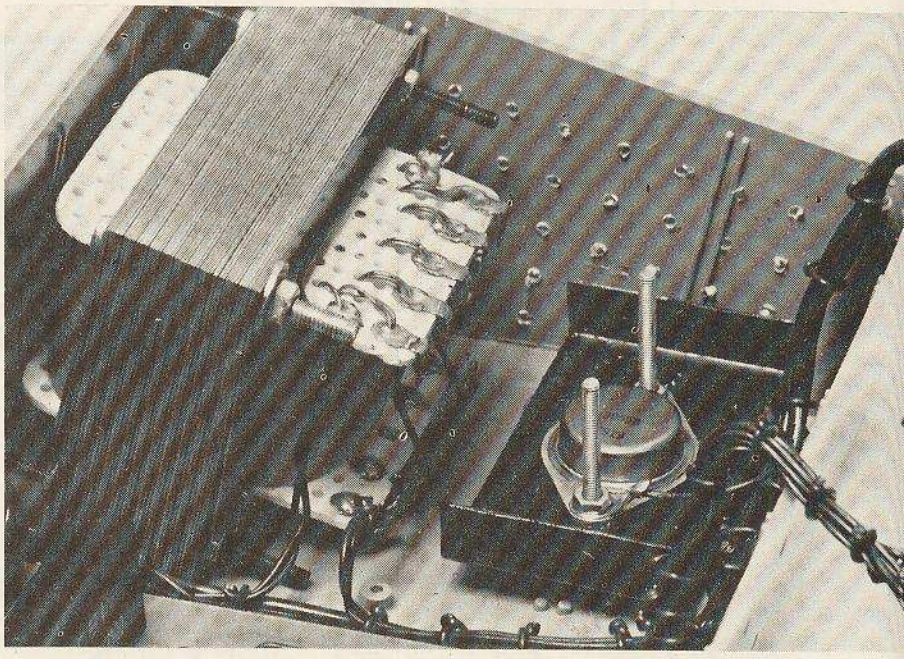
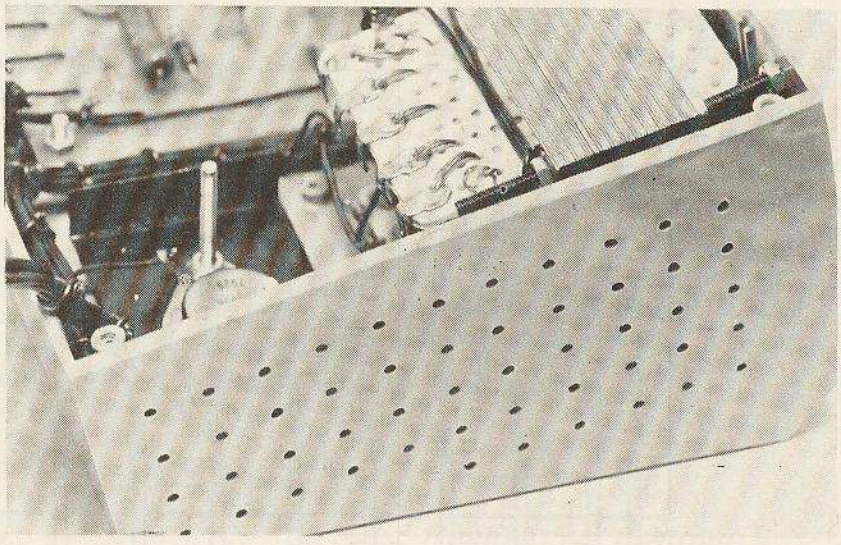


Fig. 9. – Deux tiges filetées feront office d'entretoises afin de pouvoir exploiter les électrodes de base et d'émetteur du transistor de puissance tout en surelevant le dissipateur.







2
3
4

Photo 2. – Le pont de diodes pourra avantageusement être remplacé par quatre diodes 1N4004.

Photo 3. – Le dissipateur « fait main » sera surelevé à l'aide de deux tiges filetées.

Photo 4. – Il faudra prévoir quelques trous d'aération sur les côtés du coffret.

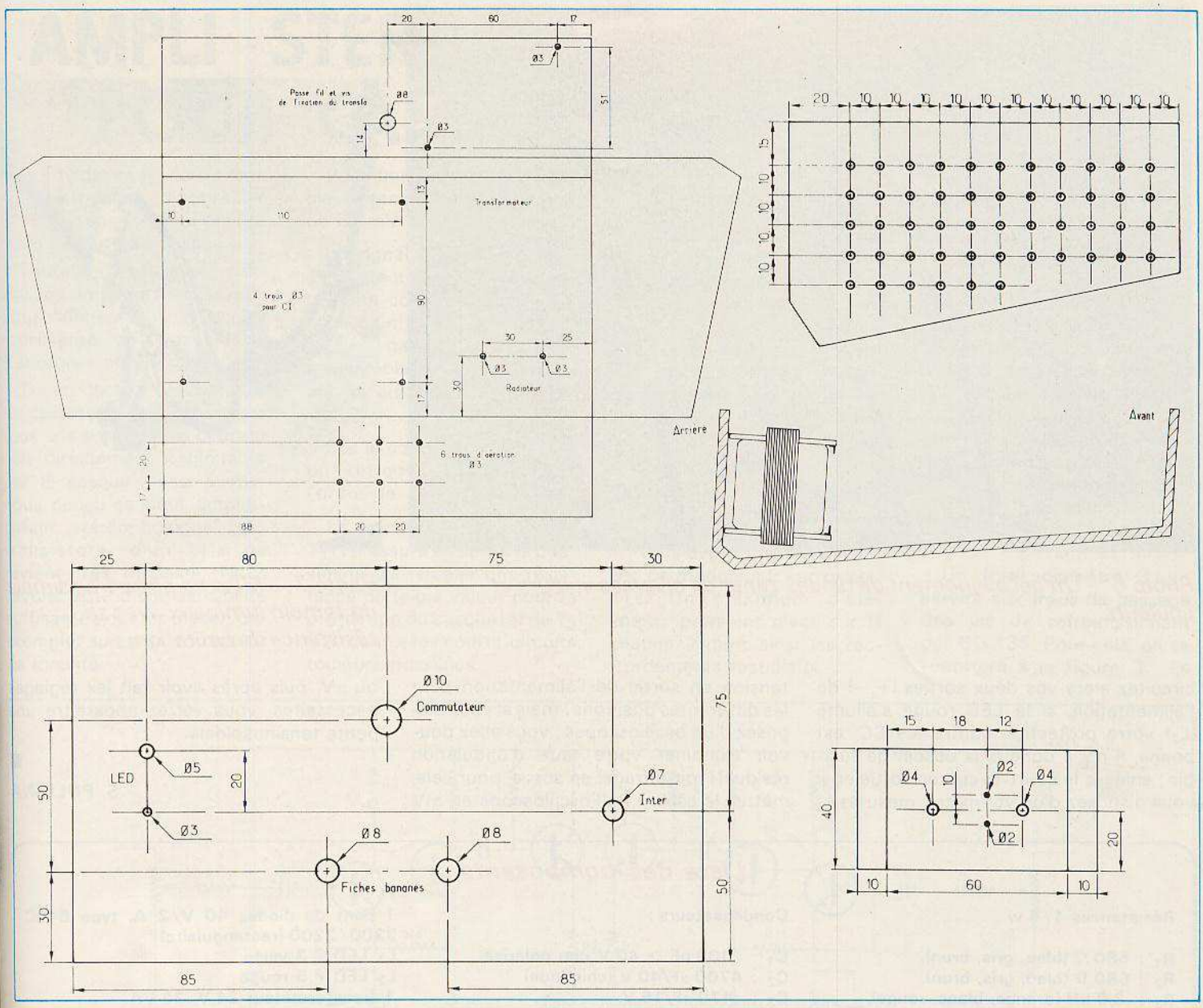


Fig. 10. – Si nous n'avions pas les coffrets Teko, il faudrait les façonner. Quelle perte de temps lorsqu'on pense qu'un coffret pupitre, judicieusement agencé, peut renfermer tous les éléments de l'alimentation et conférer une certaine allure à la maquette.

le transistor et le boîtier pour la même raison. Attention au câblage de T_5, son collecteur est relié au boîtier.

e) **Mise en boîtier (fig. 10) :**

C'est un Teko 363 (série pupitre) en plastique pour des raisons d'isolement.

Essais, utilisation

Après avoir vérifié tout votre câblage à l'ohmmètre, ne mettez pas immédiatement votre alimentation sous tension, insérez entre votre secteur et la prise secteur un fusible de 1,5 A. Pour le cas où le câblage du système de protection serait mal monté, mettez sous tension et court-

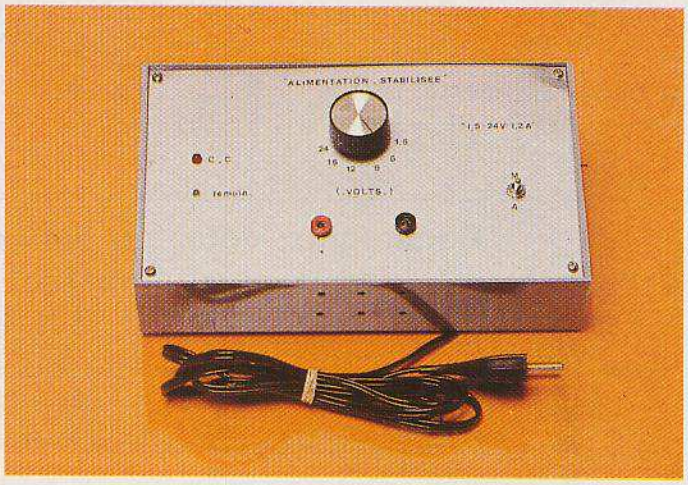


Photo 5. – Un aspect fini de l'alimentation grâce à l'utilisation d'un coffret pupitre.

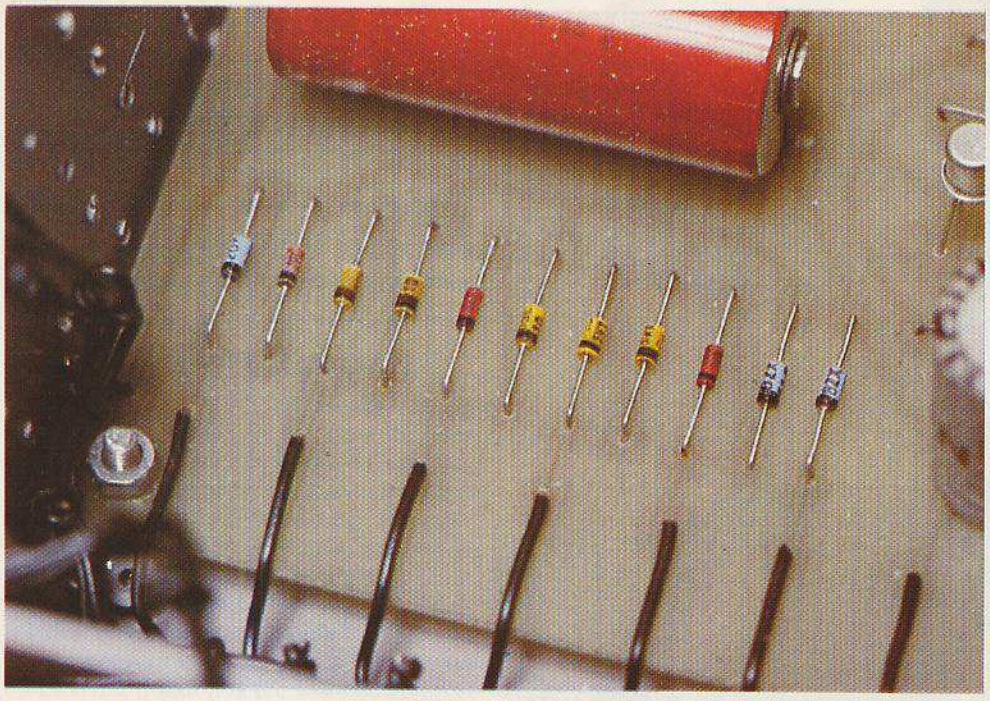


Photo 6. – Un bel alignement de diodes zener de diverses valeurs et couleurs.

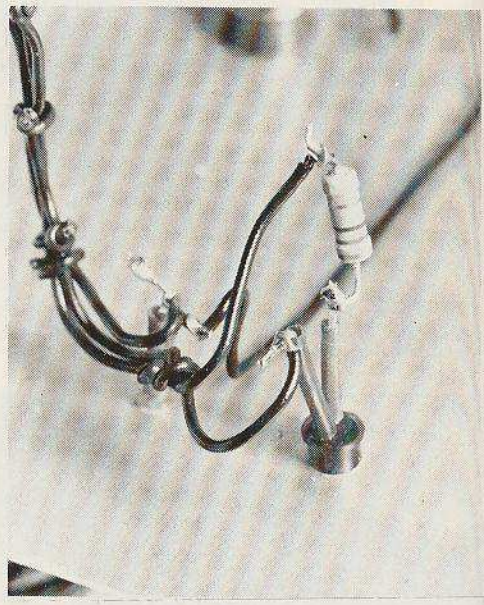


Photo 7. – Mise en place très simple du témoin lumineux avec sa résistance de limitation.

circuitez alors vos deux sorties (+, –) de l'alimentation, si la LED rouge s'allume (L_2) votre protection contre les CC, est bonne, il n'y a donc plus besoin de fusible ; enlevez le court-circuit en sortie et si vous disposez d'un voltmètre, mesurez la tension en sortie de l'alimentation pour les différentes positions ; mais si vous disposez d'un oscilloscopes ; vous allez pouvoir examiner votre taux d'ondulation résiduel (voir filtrage) en sortie, pour cela, mettez le câlibre de l'oscilloscope en mV ou μV, puis après avoir fait les réglages nécessaires, vous verrez apparaître une petite tensinusoïdale.

■

S. PULCINA

Liste des composants

Résistances 1/4 w :

R_1 : 680 Ω (bleu, gris, brun).
R_2 : 680 Ω (bleu, gris, brun).
R_3 : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge).
R_4 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge).
R_5 : bobinée 1 Ω - 3 W
R_6 : 47 Ω (jaune, violet, noir).
R_7 : 1,5 kΩ (brun, vert, rouge).

Transistors :
T_1, T_2 : 2N3417, 2N2222, 2N1711
T_3 : PNP 2N2907, 2N2904, 2N2905
T_4 : 2N2222, 2N1613, 2N2219, 2N3053
T_5 : 2N3055

Diodes : D_1 : 1N914, 1N4148

Condensateurs :

C_1 : 100 nF > 40 V non polarisé
C_2 : 4700 µF/40 V (chimique)
C_3 : 470 µF/16 V
C_4 : 1000 µF/40 V

Zeners 400 mW :

D_{Z1} : 2,7 V
D_{Z2} D_{Z6} : 3,3 V
D_{Z3} : 3,9 V
D_{Z4} D_{Z5} D_{Z11} : 5,1 V
D_{Z7} D_{Z8} : 10 V
D_{Z9} : 9,1 V
D_{Z10} : 20 V

1 pont de diodes 40 V/2 A, type B40C 3200/2200 (rectangulaire)
L_1 LED ∅ 3 verte
L_2 LED ∅ 5 rouge
1 transformateur 24 V, 36 VA
1 inter bipolaire
1 prise secteur
1 passe fil
1 tôle de 60 × 40
1 commutateur rotatif
1 circuit 6 positions
1 bouton flèche

2 fiches bananes, une rouge, une noire (femelle)
1 boîtier Teko 364
Visserie, etc.

Renseignez-vous sur les possibilités de devenir collaborateur en nous soumettant une maquette électronique : ELECTRONIQUE PRATIQUE, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

AMPLI STEREO POUR CASQUE

UN des moyens les plus efficaces d'apprécier un son stéréophonique reste l'écoute au casque.

Toutefois, mettre en marche son ampli forte puissance pour alimenter un casque représente un « gaspillage d'énergie » non négligeable.

Tuner, lecteur de bandes, de cassettes, etc., possèdent tous une sortie faible courant non directement exploitable par le casque, aussi avons-nous conçu ce petit amplificateur stéréophonique tout transistors, d'un prix de revient très modeste. Nous l'avons doté d'une sensibilité suffisante pour les placer, par exemple, après un correcteur de tonalité.

Pour une écoute confortable, la sensibilité d'entrée est de 20 mV.

Le signal à amplifier après avoir été amputé de sa composante continue, attaque la base d'un transistor NPN T_1 (T_6) – genre BC 547 – L'ensemble T_1-T_2 (T_6-T_5) forme un amplificateur en tension.

Sur le collecteur de T_2 (T_5), on retrouve un signal de l'ordre de 1 V.

Le transistor de puissance T_3 (T_4) assure en sortie la possibilité d'intercaler une résistance de faible valeur pour la protection du casque (et de T_3 (T_4), contre les courts-circuits toujours possibles.

Le casque d'impédance 100 Ω nous a donné les meilleurs résultats, la puissance maximale étant alors de 0,5 W.

Une impédance supérieure, R8 court-circuitée, permettra une puissance de l'ordre de 1 W. Lors de la mise en route, il est possible qu'une fréquence élevée se fasse entendre ; un remède simple consistera à ajouter en parallèle sur les résistances R_4 et R_{13} un condensateur céramique d'environ 100 pF.

Réalisation pratique

Nous avons choisi de réaliser ce module sur époxy cuivré. Un maximum d'éléments prennent place sur la platine évitant ainsi les raccordements fastidieux.

Les deux canaux sont réunis sur le même module.

Ainsi, transistors de puissance, potentiomètre double, embase femelle Jack restent d'un accès facile.

Le tracé du circuit imprimé présenté à l'échelle 1 **figure 2**, ne posera aucun problème particulier de reproduction, la gravure directe, en s'aidant des produits de transfert genre Mecanorma, restant la solution la plus simple.

Après gravure et nettoyage du circuit, on passera au perçage.

Un foret diamètre 0,8 ou 1 mm suffira pour les composants.

Un foret diamètre 3 mm servira aux trous de passage des vis de refroidissement des BD 135. Pour cela, on se reportera à la **figure 3**. Le

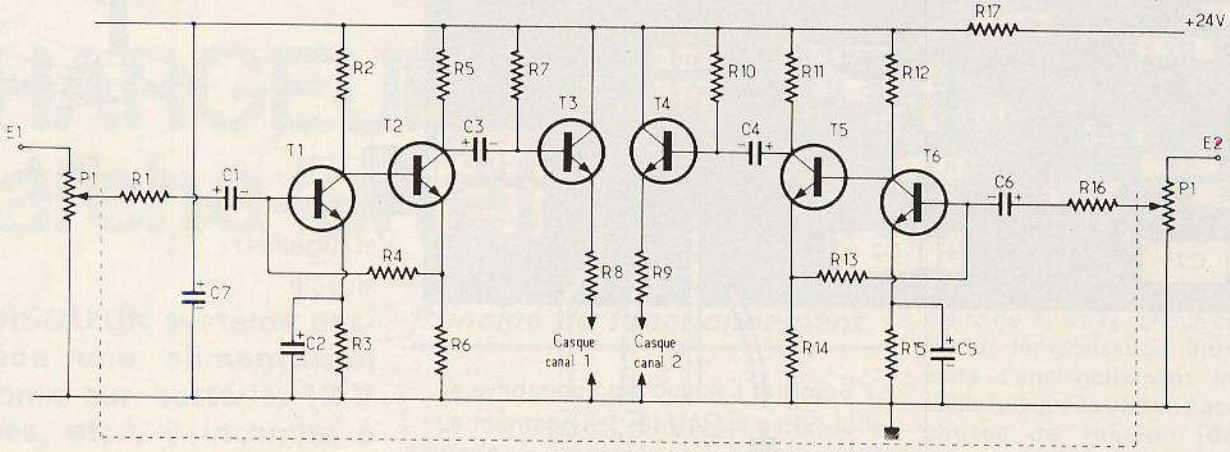


Fig. 1

Notons que ce module n'a pas fait l'objet d'une mise en coffret, il pourra ainsi s'inclure dans un ensemble existant.

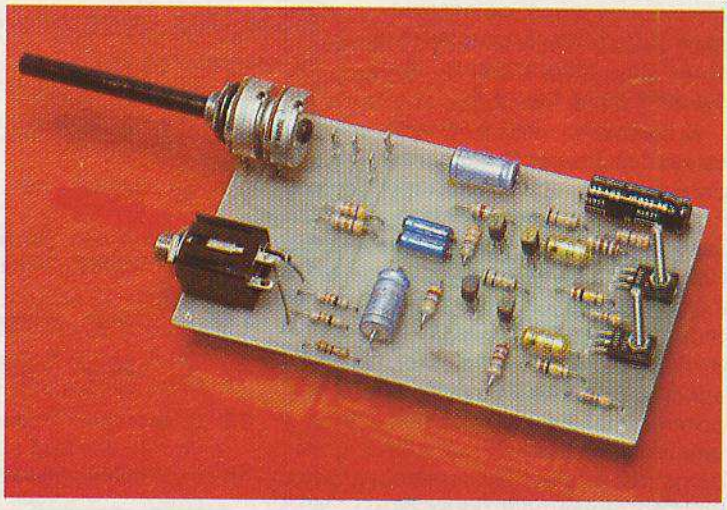
Principe de fonctionnement

Le schéma de principe se présente **figure 1**. Les deux canaux ont été représentés. On a choisi d'alimenter l'ensemble sous 24 V (20 à 24 V sans problème), tension courante en HiFi.

La tension maximale d'entrée, potentiomètre de volume (P_1) au maximum, plafonne à 200 mV, au-delà il y a saturation. L'ensemble consomme environ 6 mA sans casque et 120 mA casque branché.

Nous avons pu mesurer, à 1 000 Hz, une distorsion totale de 0,05 %, à puissance maximum, valeur qui cadre bien avec les normes HiFi !

Nous avons également appliqué en sortie, des impédances variant de 4 à 1 000 Ω sans dommages.



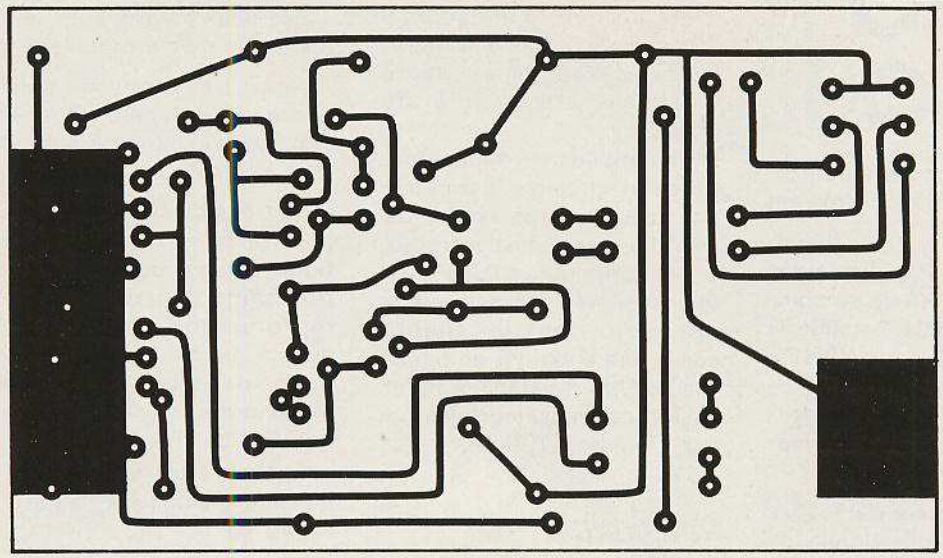


Fig. 2

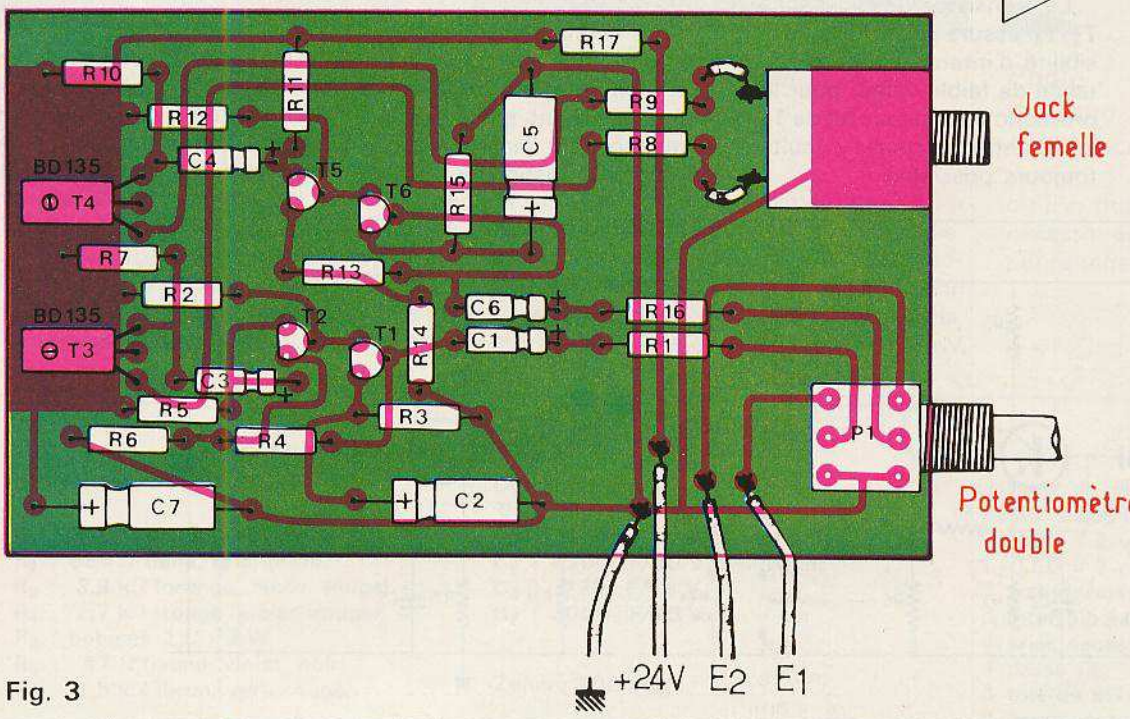


Fig. 3

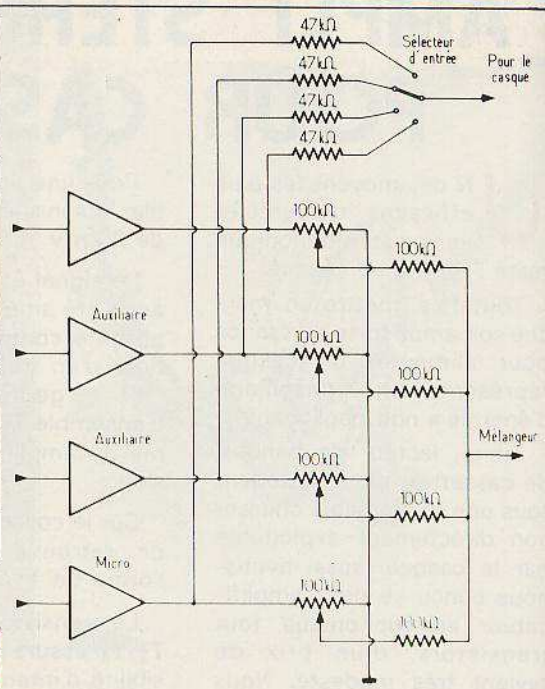


Fig. 5

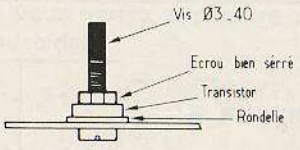


Fig. 4

circuit ainsi percé, on passera sans difficultés à l'implantation des composants en s'aidant de la **figure 4**.

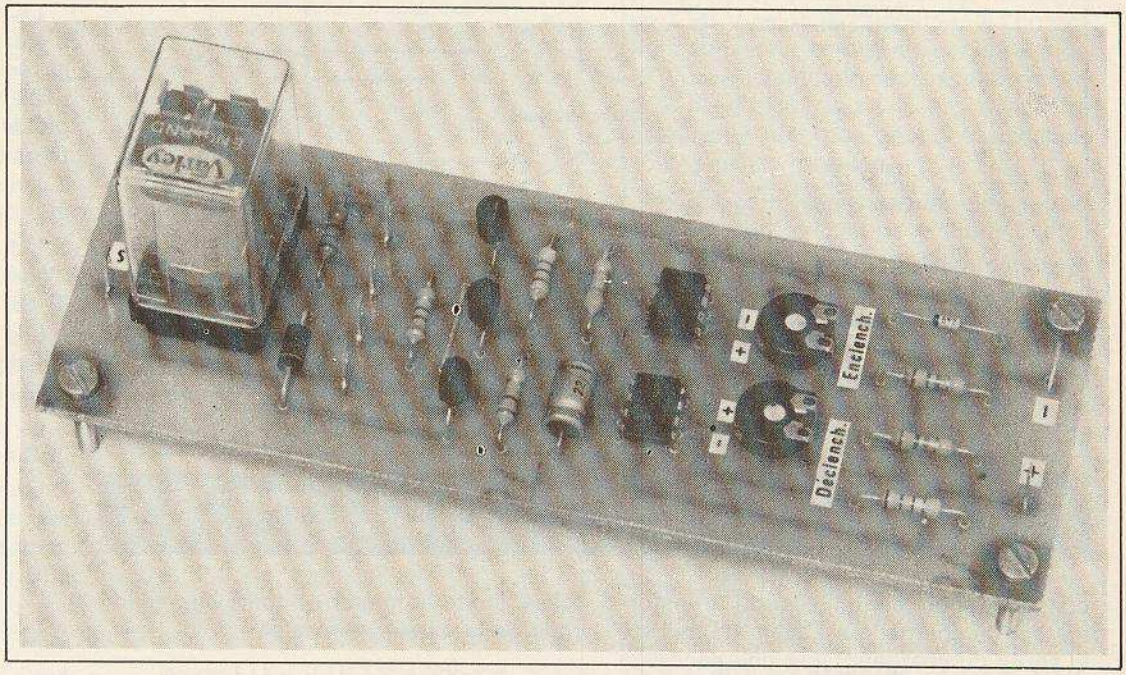
Si l'on a bien veillé à l'orientation des différents éléments polarisés, le module fonctionnera dès la mise sous tension.

Nota : Dans le cadre d'une utilisation pour préécoute au casque de chacun des canaux d'une table de mixage, il devient nécessaire d'ajouter, sur chaque sortie, et avant les potentiomètres de volume, une résistance de 47 kΩ afin de ne pas affaiblir les signaux (voir notre exemple **figure 5**).

Liste des composants

Résistances 1/2 W 5 ou 10 % :
R_1 : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
R_2 : 200 kΩ (rouge, noir, jaune).
R_3 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge).
R_4 : 100 kΩ (brun, noir, jaune).
R_5 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge).
R_6 : 330 Ω (orange, orange, brun).
R_7 : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
R_8 : 33 Ω (orange, orange, noir).
R_9 : 33 Ω (orange, orange, noir).
R_{10} : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
R_{11} : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge).
R_{12} : 200 kΩ (rouge, noir, jaune).
R_{13} : 100 kΩ (marron, noir, jaune).
R_{14} : 330 Ω (orange, orange, brun).
R_{15} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge).
R_{16} : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
R_{17} : 10 Ω (marron, noir, noir)
Condensateurs chimiques :
C_1 : 2,2 µF - 25 V.
C_2 : 100 µF - 16 V.
C_3 : 2,2 µF - 25 V.
C_4 : 2,2 µF - 25 V.
C_5 : 100 µF - 16 V.
C_6 : 2,2 µF - 25 V.
C_7 : 220 µF - 25 V.

Transistors :
T_1 : BC 547, BC 548.
T_2 : BC 547, BC 548.
T_3 : BD 135, BD 137.
T_4 : BD 135, BD 137.
T_5 : BC 547, BC 548.
T_6 : BC 547, BC 548.
1 embase femelle 6-35 en boîtier plastique.
P_1 : potentiomètre 2 x 100 kΩ log
1 potentiomètre linéaire double : P1 : 100 kΩ. Visserie, cosses, etc.



CHARGEUR DE BATTERIE à marche-arrêt automatique

LORSQU'UN système possède une alimentation autonome sur batterie 12 V (alarmes, etc.), il incombe à l'utilisateur de contrôler régulièrement la tension de cette batterie afin de procéder à une recharge éventuelle.

Le montage proposé permet, à peu de frais, de se passer de cette surveillance puisqu'il s'agit d'une commande automatique de charge. Il suffit de l'utiliser parallèlement avec un chargeur de batterie-auto conventionnel.

Principe de fonctionnement

Le synoptique est donné à la **figure 1**.

Le montage est alimenté à partir de la batterie à « entretenir ». Quelques mA suffisent pour le fonctionnement de la surveillance.

Deux comparateurs commandent la charge de la batterie en fonction d'une tension minimum et d'une tension maximum fixées préalablement par deux résistances ajustables.

Description (fig. 2)

En fonction d'une tension de référence, deux fractions de la tension de la batterie, issues de résistances ajustables déterminent le basculement des sorties de deux comparateurs.

Avec une tension de batterie minimum, le passage de l'état saturé positif à l'état saturé négatif de la sortie du comparateur 1 enclenche le relais par l'intermédiaire de T_1 et T_2 rendus conducteurs. La légère temporisation introduite par T_1 évite l'enclenchement intempestif du relais lorsque la batterie accuse de brèves chutes de tension (démarrage de moteur...).

La fermeture du contact r_1 provoque la mise sous tension du chargeur, tandis que la fermeture du contact r_2 assure l'autoalimentation du relais puisque la tension de la batterie augmente aussitôt avec sa charge (T_3 étant conducteur à ce moment). Voir diagrammes de fonctionnement **figure 3**. Avec une tension de batterie maximum, c'est le passage de l'état saturé négatif à l'état saturé positif de la sortie du comparateur 2 qui interrompt l'alimentation du relais et de ce fait la charge. Il suffit que la tension de la batterie diminue jusqu'au seuil minimum pour que le cycle recommence automatiquement.

Pour le fonctionnement du montage, la commande par relais est la plus simple. En effet, l'utilisation d'un semi-conducteur aurait eu comme désavantages : soit une

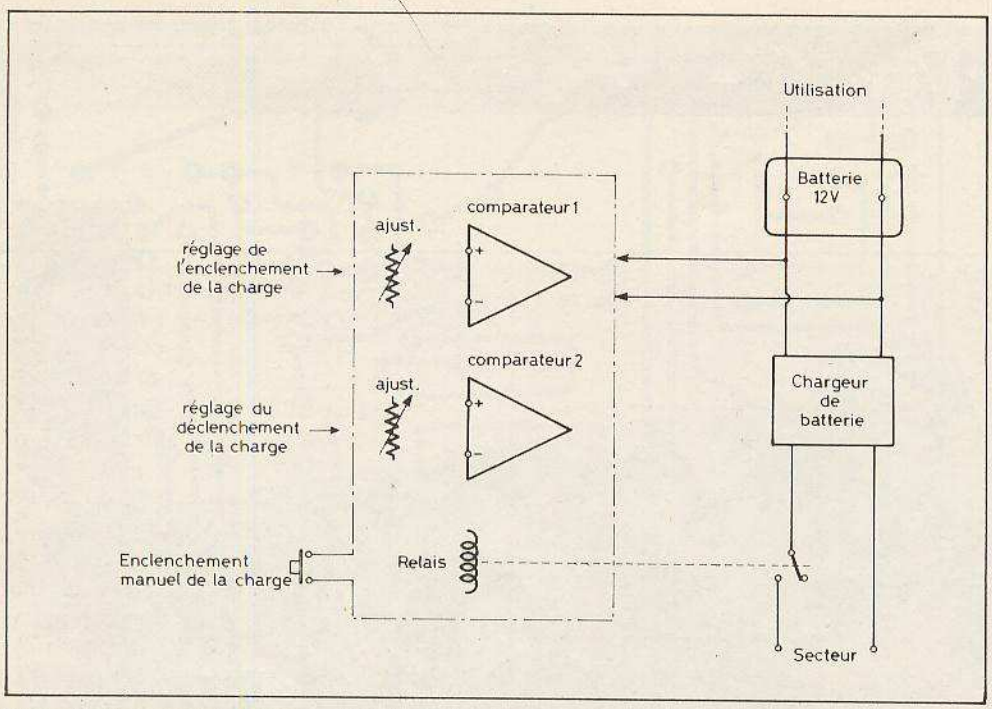


Fig. 1. – Le synoptique du dispositif montre l'utilisation de deux comparateurs alimentés par la batterie elle-même.

consommation continuelle du transformateur du chargeur, s'il avait été mis sur la sortie du chargeur ; soit une nécessité d'isolement secteur/batterie par liaison optique, s'il avait été mis sur l'entrée du chargeur.

Exemple de relais à employer :

– Relais Siemens type télécommande 6 V/2 RT

– Ou tout autre, avec : U bobine inférieure à 10 V, R bobine supérieure à 100 Ω, contacts (2RT) 1 A/250 V.

Une résistance R_9, en série avec le relais, limite le courant bobine aux environs de la valeur nominale :

$$R_9 \simeq \frac{R \text{ bobine} \times (10\ V - U \text{ bobine})}{U \text{ bobine}}$$

Exemple de calcul :

$$R_9 = \frac{185\ (10 - 6)}{6}$$

$$R_9 \simeq 120\ \Omega$$

Les comparateurs sont deux 741, branchés en amplificateur différentiel à boucle ouverte.

La résistance ajustable R_3 fixe le seuil d'enclenchement de la charge tandis que la résistance ajustable R_2 fixe le seuil de déclenchement. Plus la tension qu'elles présenteront à l'entrée e + des comparateurs sera importante, plus le seuil de basculement sera élevé. U de R_3 est supérieur à U de R_2.

Les résistances R_1 et R_4 permettent de mieux utiliser la course des ajustables R_3 et R_2.

Les transistors sont trois PNP boîtier plastique. Genre BC 321 pour T_1 et 2N2907 pour T_2 et T_3.

La diode zener est un modèle 6,2 V/-250 mW ou 400 mW.

Un poussoir permet d'enclencher manuellement la charge ; le déclenchement restant, bien sûr, automatique. Une LED visualise la charge de la batterie.

Mise au point

Une batterie au plomb de 12 V est considérée chargée lorsque la tension à ses bornes atteint 14,4 V pendant sa charge. A l'inverse la batterie est considérée déchargée lorsque sa tension diminue jusqu'à la valeur de 11,4 V. Voir **figure 6**.

Pratiquement, on choisira comme seuil maximum une tension comprise entre 14

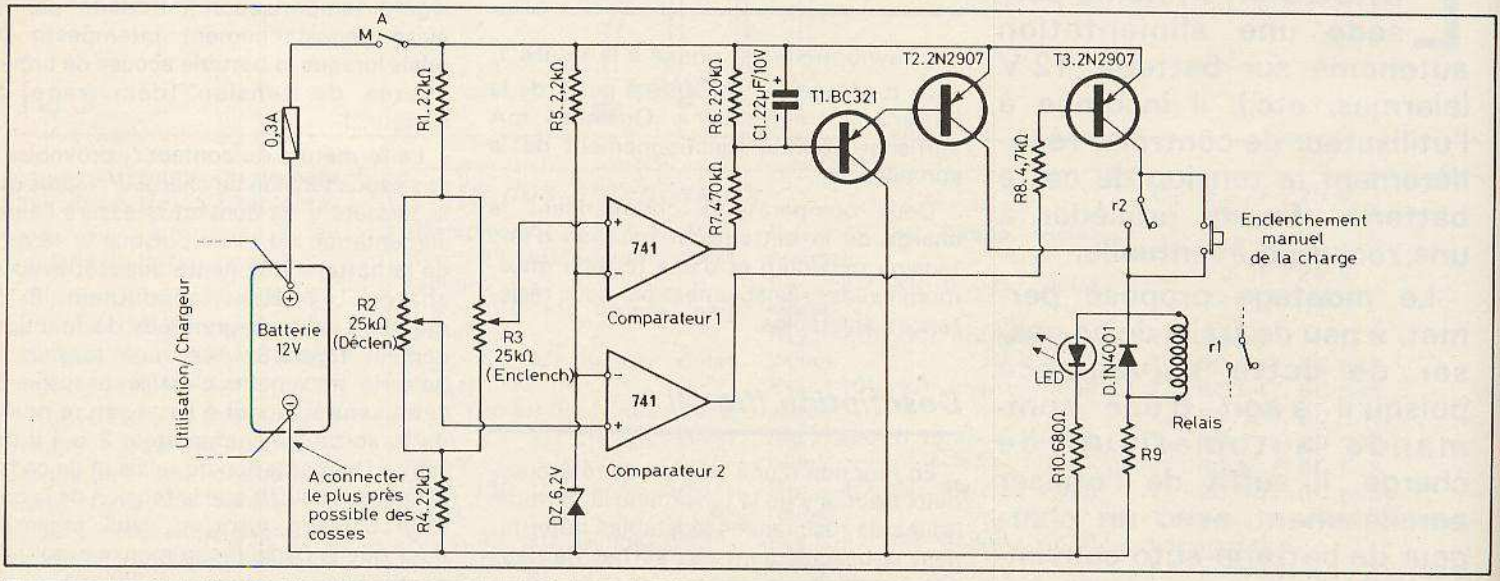


Fig. 2. – Schéma de principe. Le basculement du premier comparateur provoque la saturation de T_1 T_2 donc le collage du relais avec enclenchement de la charge. Inversement, pour une tension de batterie suffisante, le comparateur 2 induit l'arrêt de la charge.

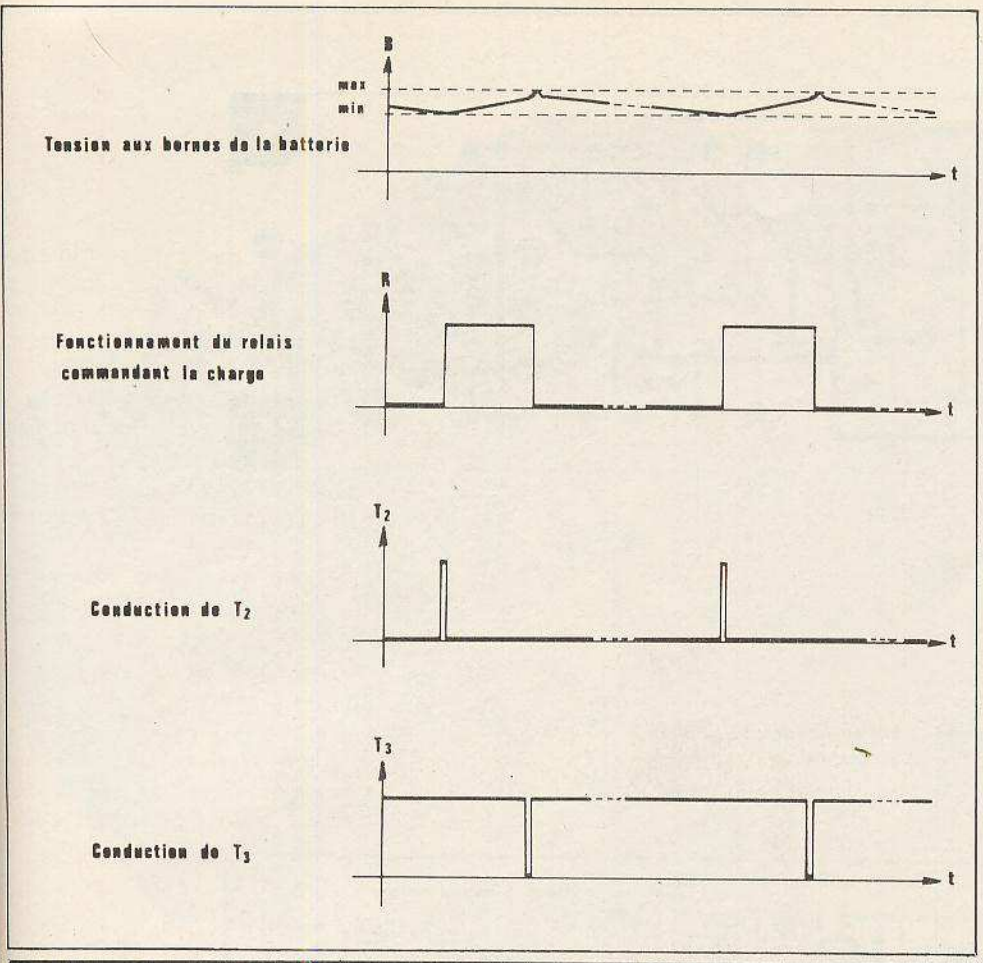


Fig. 3. – Diagramme de fonctionnement : état du relais en fonction de l'état de charge de la batterie.

et 14,4 V et comme seuil minimum une tension située entre environ 12 V et environ 11,6 V selon la capacité que l'on désirera conserver en réserve par la batterie (12 V correspondant approximativement au 4/5 et 11,6 V au 1/5 de la capacité totale). Une précision de 1 % est souhaitable pour les mesures.

Pour fixer les seuils de basculement du montage, on procèdera comme suit : R_2 et R_3 étant au minimum, on décharge la batterie jusqu'à la valeur minimum choisie. On ajuste alors délicatement R_3 pour obtenir le collage du relais. Puis lorsque la charge donne la tension maximum à la batterie, on ajuste à son tour R_2 pour avoir le décollage du relais. Un point de colle sur les ajustables terminera cette mise au point.

Pour conclure on peut ajouter que le montage décrit s'applique aussi à une batterie de 12 V au cadmium-nickel. On se rappellera toutefois, qu'un accumulateur cadmium-nickel est chargé à environ 15 V et qu'il est déchargé à environ 10 V. Cela donnera donc un seuil maximum compris entre 14 V et 15 V et un seuil minimum compris entre 12,5 V et 11 V (4/5 et 1/5 de la capacité).

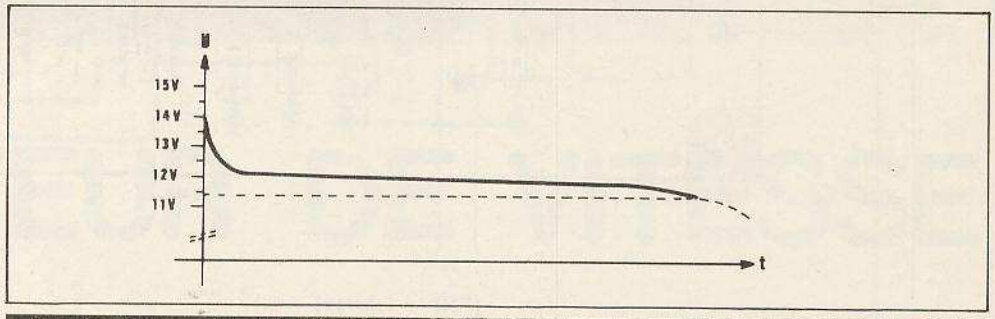


Fig. 6. – Courbe de décharge type d'une batterie d'accumulateurs 12 V au plomb.

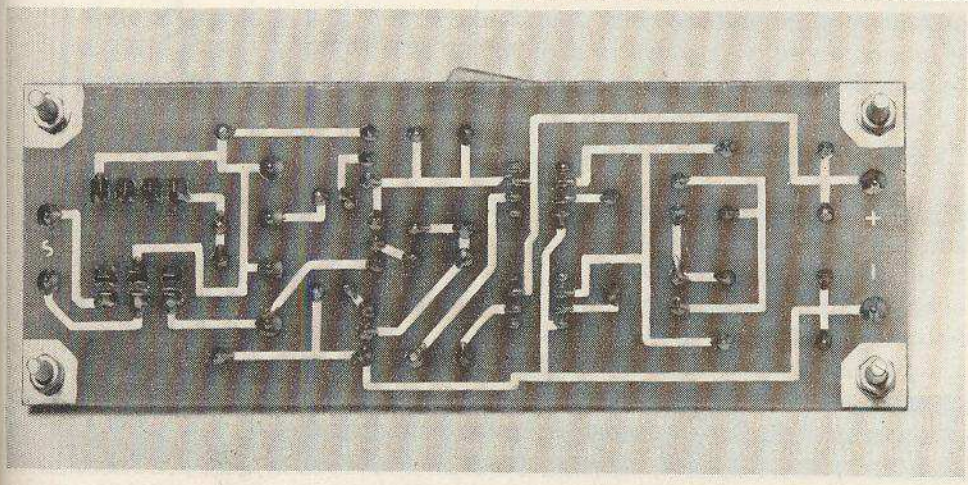
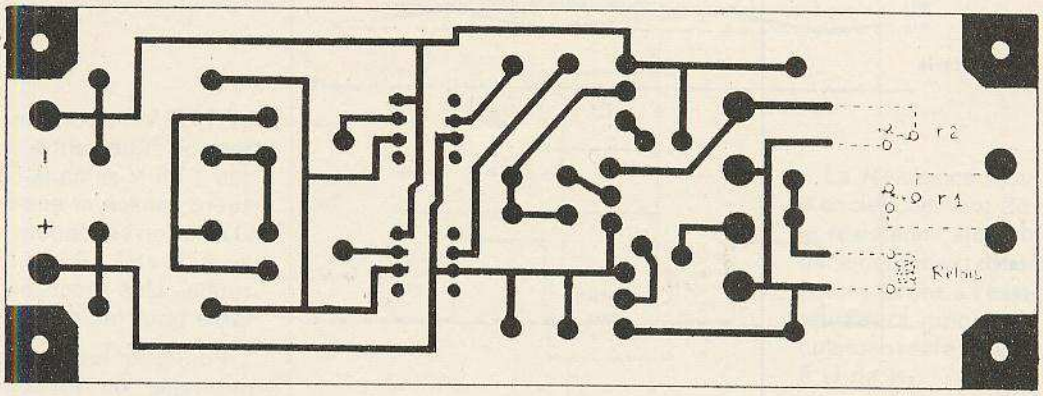


Photo 1. – Ce circuit se reproduira très facilement avec des éléments « transfert » qui lui confèreront un aspect quasi professionnel.



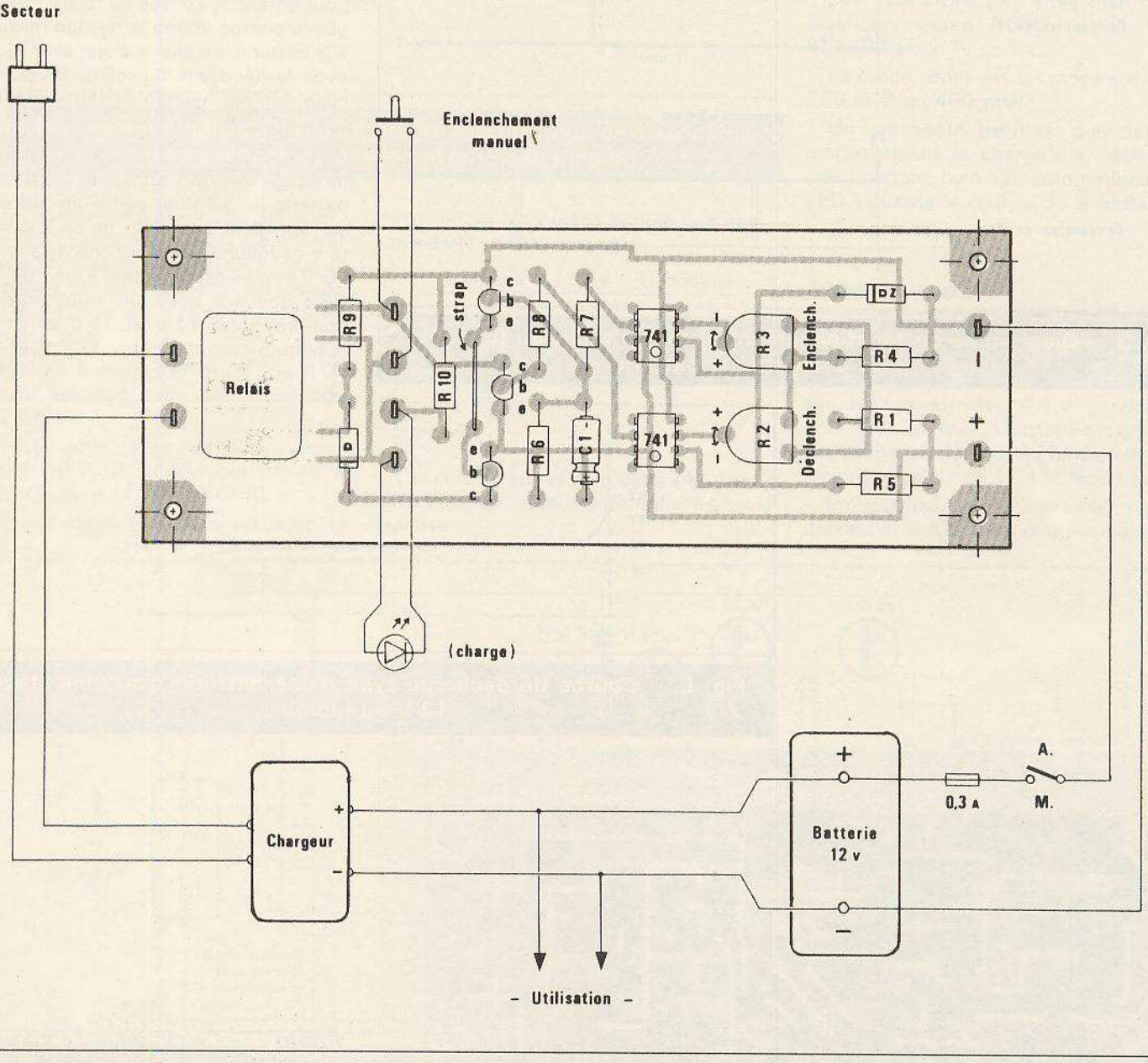
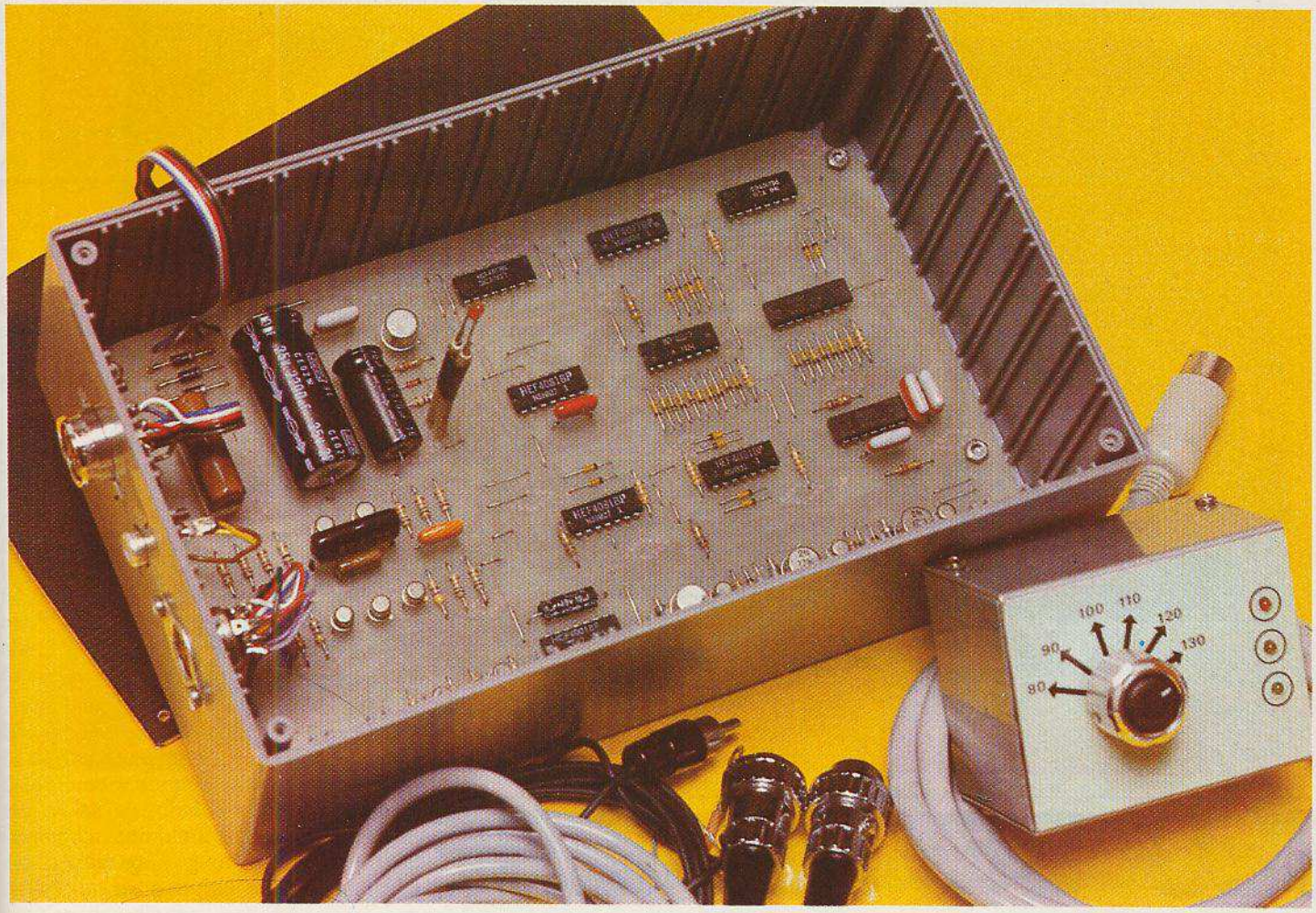


Fig. 4. et 5. – Tracé, à l'échelle 1, du circuit imprimé à compléter en fonction du brochage du relais utilisé. Au niveau de l'implantation, veillez à ne pas oublier le strap.

(suite page 139)

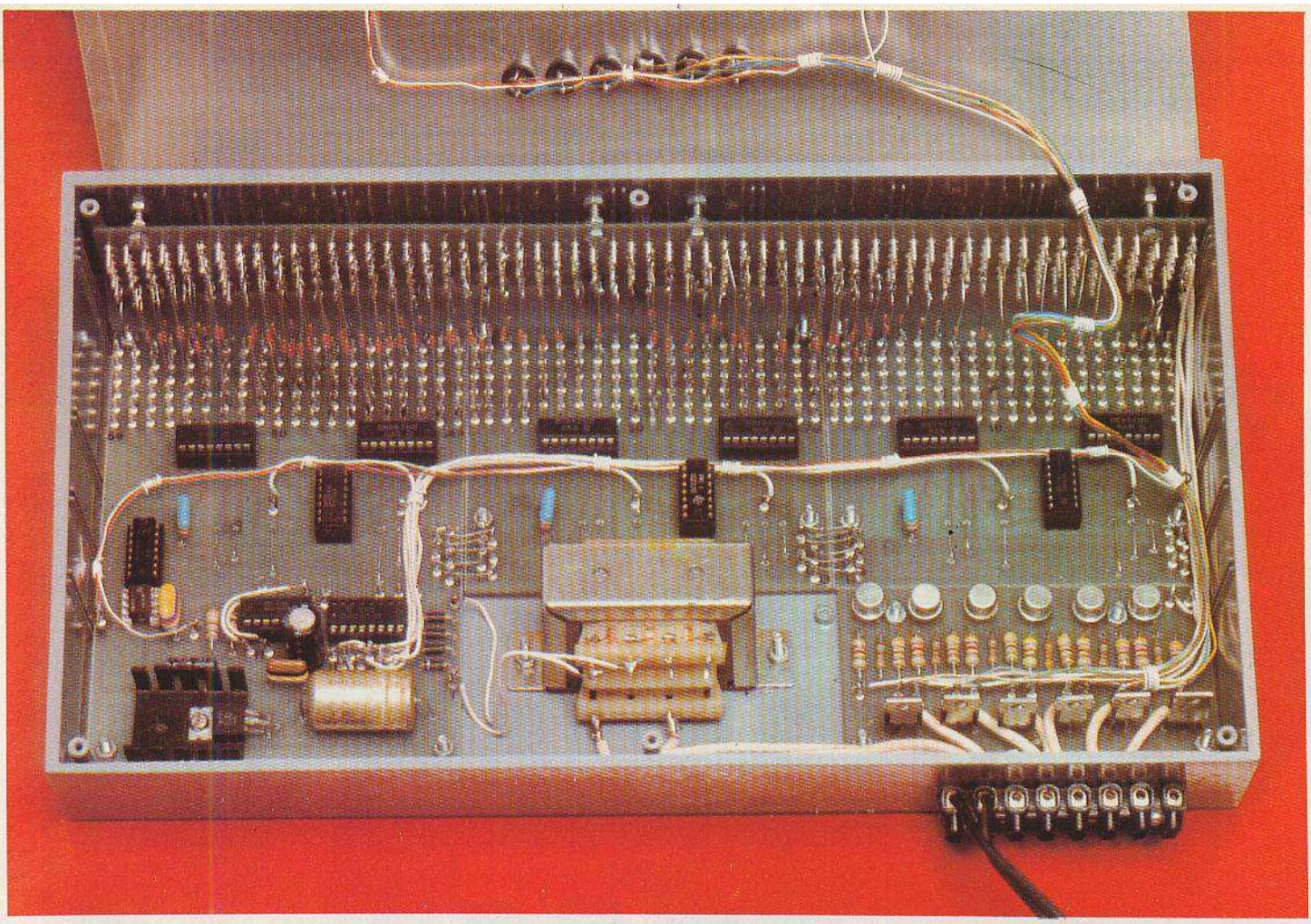


REGULATEUR DE VITESSE

ROULER sur une belle route de campagne ou sur une autoroute sans dépasser la vitesse autorisée n'est pas toujours chose facile. L'expérience montre en effet que si la vitesse se trouve souvent respectée au début d'un trajet, elle l'est beaucoup moins une heure plus tard. En fait, on assiste à une diminution de la vigilance et de l'attention du conducteur. Ce dernier, le doux ronronnement du moteur aidant, subit une véritable accoutumance à la notion de vitesse et c'est souvent avec surprise qu'il apprendra, malheureusement trop tard, que le cinémomètre malicieusement disposé au bord de la route vient de relever un dépassement de 15 ou de 20 km/h de la limite admise.

Le dispositif proposé dans cet article se chargera du contrôle permanent de la vitesse du véhicule quel que soit le tracé de la route : montées, descentes ou plats, en imposant à la voiture une allure constante et programmée. Par ailleurs, étant donné que les accélérations s'effectuent en souplesse et de façon progressive, la pompe de reprise logée dans le carburateur ne se trouve jamais sollicitée. En conséquence, ce régulateur constitue également un véritable économiseur de carburant, ce qui est loin d'être négligeable à l'heure actuelle...

(suite page 116)



JEU DE LUMIERE programmable

Il existe, depuis plusieurs années, des multitudes de jeux de lumière électronique (psychédéliques, chenillards, stroboscopes, etc.) qui font la joie des discothèques et des amateurs d'effets lumineux. Si le résultat obtenu est toujours attrayant, cela devient classique. Nous proposons, ce mois-ci, un jeu de lumière programmable permettant l'allumage séparé de six lampes selon un programme spécialement établi par l'utilisateur. Cet appareil crée, avec 60 pas de programmation, des effets comparables à ceux des enseignes animées lumineuses des magasins des grandes villes. A titre indicatif, et avec la cadence prévue sur la maquette, on arrive à un cycle de 13 s, ce qui est très correct. La vitesse de défilement est réglable, et un interrupteur permet même de bloquer le défilement afin de vérifier le programme. La programmation s'effectue simplement par mise en place des diodes correspondantes. Notons enfin, pour ceux qui le désirent, la possibilité d'augmenter le nombre de canaux, de diminuer ou d'accroître jusqu'à 100 le nombre de pas en modifiant le circuit imprimé.

I – Principe de fonctionnement

Pour obtenir le résultat voulu, il est évidemment nécessaire d'utiliser des circuits intégrés logiques. L'appareil étant destiné à être raccordé au secteur, le problème de consommation ne se pose pas et nous pourrons employer des circuits TTL. La **figure 1** donne le schéma synoptique.

Un oscillateur génère des impulsions qui sont transmises à un compteur d'unités monté en diviseur par 10. Ce dernier attaque un second compteur, de dizaines, qui commande six décodeurs BCD-décimal. De ce fait, on obtient, on le verra par la suite, une borne et une seule sur les 60 sorties qui présente un état logique bas. Les 60 sorties seront donc à tour de rôle à l'état 0 créant ainsi un véritable balayage logique.

Ces sorties permettent l'allumage des lampes choisies selon la présence ou non de diodes branchées sur le pas considéré. On obtiendra donc l'allumage des six lampes si les six diodes sont en place et l'extinction complète en l'absence de diodes. L'utilisateur peut donc facilement réaliser un programme en choisissant la position des diodes.

Les étages de sorties, indépendants pour chaque lampe, assurent l'allumage des lampes par l'intermédiaire de six triacs. Voyons plus en détail le fonctionnement de chaque étage.

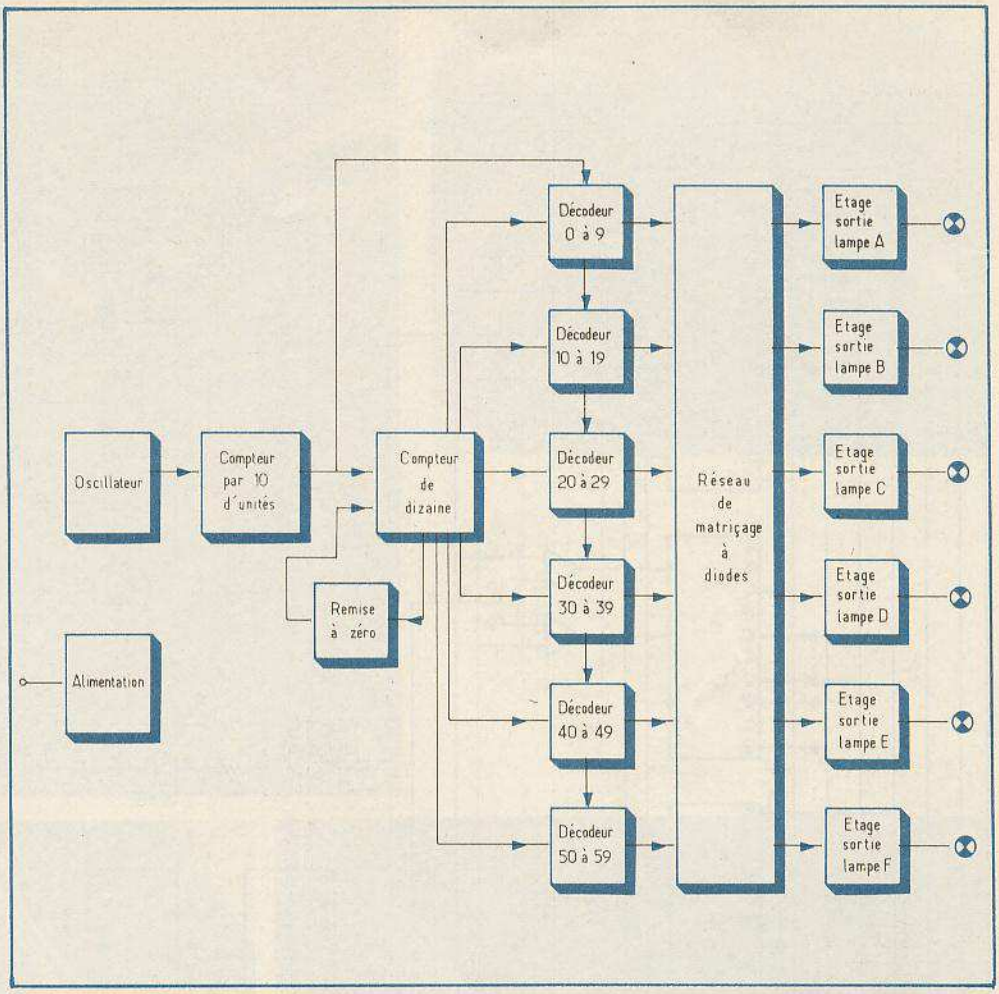


Fig. 1. – Synoptique du dispositif : 6 canaux peuvent être alimentés selon un programme obtenu à partir d'un matriçage à diodes.

II – Schéma de principe

L'oscillateur **(fig. 2)** est réalisé autour d'un circuit désormais bien connu des lecteurs : le NE555. La fréquence de fonctionnement est donnée par C_7 et P_1. La résistance de butée R_1 est nécessaire, dans le cas où l'on met P_1 à sa valeur minimum, pour protéger CI_1. Nous n'insisterons pas sur ce montage bien classique.

Les impulsions de sortie présentes sur la borne 3 sont transmises à CI_3, branché en compteur décimal. On recueille sur les quatre sorties ABCD le code binaire de la position du compteur **(fig. 3)**. La borne D attaque un second compteur de même type CI_4 qui présente une particularité.

Les deux bornes RAZ de CI_4 sont reliées à des cosses picots. On peut ainsi extérieurement remettre à zéro le circuit des dizaines pour limiter volontairement le nombre de pas prévu pour la programmation. Sur la maquette, nous nous sommes limités à 60 pas. Il faut donc remettre à zéro CI_4 lorsqu'il arrive à 6. Le tableau **figure 4** nous montre qu'il faut relier B à R_1 et C à R_2. Pour d'autres possibilités, consulter le tableau. Noter qu'on ne peut réaliser une RAZ après 70 pas. Cela n'est nullement gênant.

Les sorties ABCD de ce compteur CI_4 attaquent un circuit décodeur décimal CI_5, lequel transforme le code binaire de ses entrées en code décimal **(fig. 5)**. La sortie correspondante est à 0, toutes les autres restent à 1.

Notre but initial était de disposer de 60 bornes sur lesquelles on aurait une borne et une seule à la fois à 0. Ce rôle est confié aux circuits décodeurs CI_9 à CI_{14}. Il faut donc qu'un seul de ces circuits n'ait qu'une seule borne à l'état 0 à la fois.

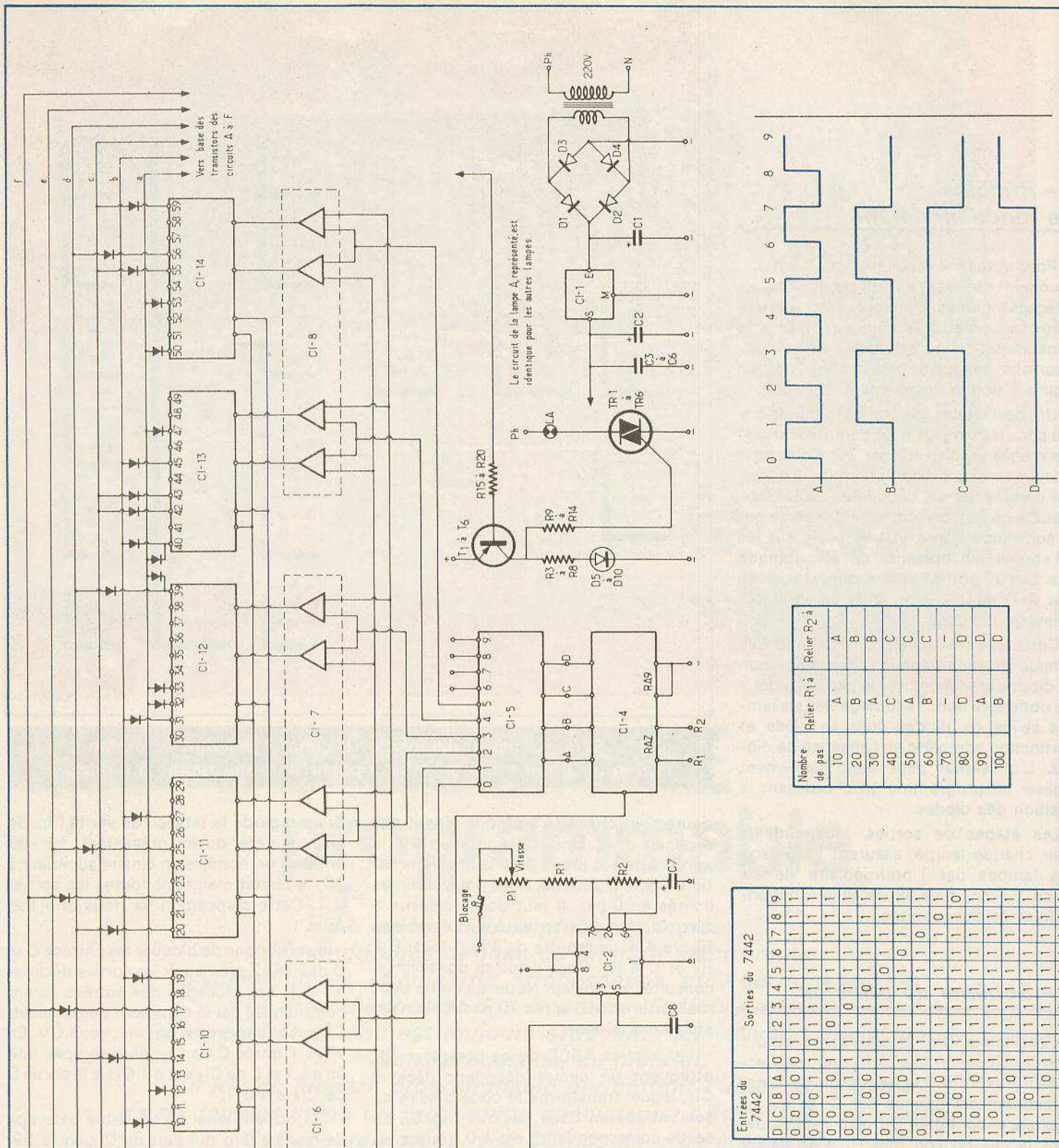
Pour cela, il faut bloquer à 1 les sorties des cinq autres 7442 non concernés par le compteur des dizaines. L'astuce, dont nous ne prétendons pas avoir la paternité, consiste à utiliser une possibilité du 7442. Si on regarde le tableau de vérité **(fig. 5)**, on constate qu'en présentant sur les entrées, un nombre en binaire supérieur à 10, le circuit maintient toutes les sorties à 1. Cette disposition va nous être fort utile.

Il suffit donc de bloquer les entrées C et D des 7442 pour avoir les sorties décimales à 1. Les blocages des entrées seront commandés par le compteur des dizaines. On passe cependant par un circuit OV. En effet, l'entrée C de CI_9, par exemple, doit être à 1 si C de CI_3 est à 1 **OU** si la sortie 0 de CI_5 est à 1.

On obtient ainsi un véritable balayage de niveau zéro qui part de 0 jusqu'à 59, en étant sûr qu'une seule borne à la fois présente l'état bas. Il ne reste plus qu'à utiliser ces bornes.

Si on présente un état bas en aval de R_{15}, T_1 se débloque et alimente d'une part la LED de contrôle D_5 correspondante d'autre part la gâchette du triac TR_1. Celui-ci, commandé, alimente la lampe sur le secteur. Le circuit est identique pour les autres lampes.

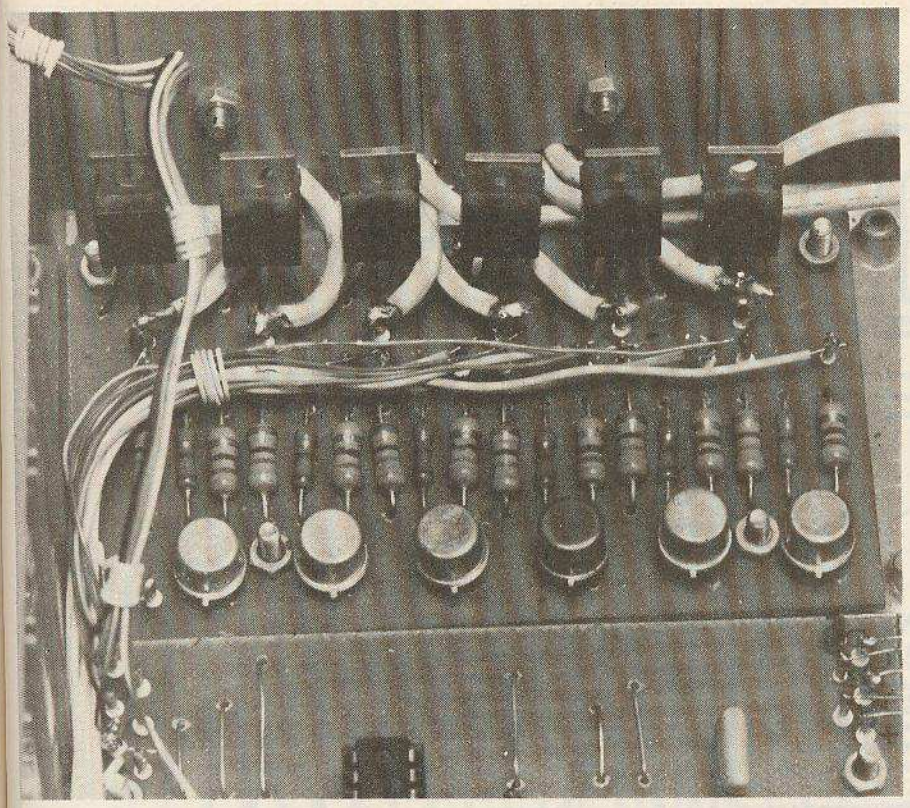
On dispose ainsi d'un réseau de six bandes pour les lampes et de 60 bandes pour

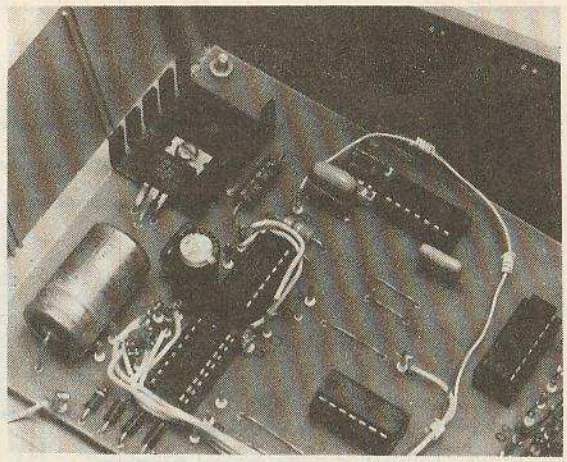


Nombre de pas	Relier R1 à	Relier R2 à
10	A	A
20	B	B
30	A	B
40	C	C
50	A	C
60	B	C
70	–	–
80	D	D
90	A	D
100	B	D

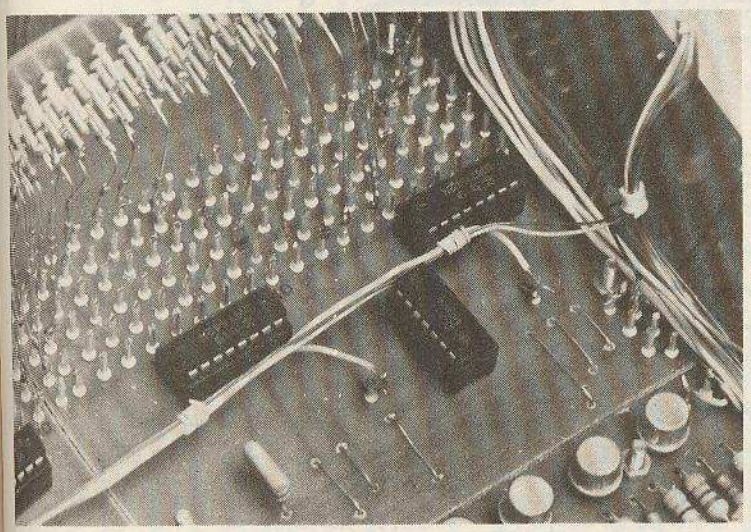
Entrées du 7442				Sorties du 7442									
D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fig. 2. à 5. – Schéma détaillé l'ensemble se construit autour d circuits TTL courants. L'oscilla teur, lui, utilise le 555. Tablea de fonctionnement du 744 branché en compteur décimal.





2 | 3
4 | 5



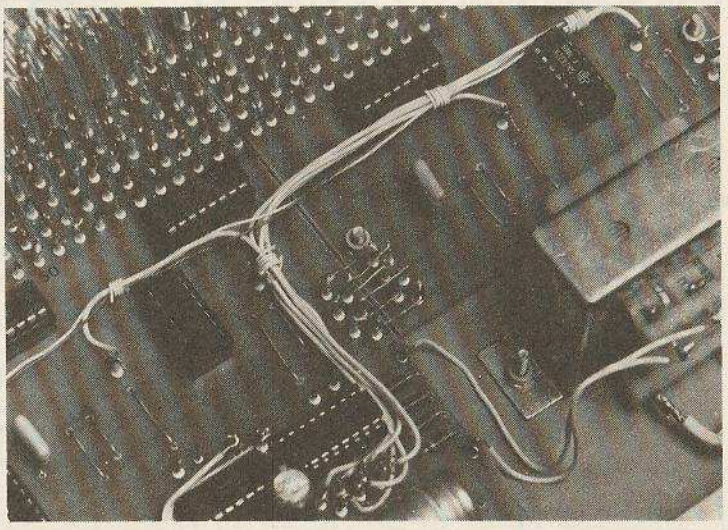


Photo 2. – Module étage de sortie avec les 6 triacs montés ici sans refroidisseur mais attention à la puissance dissipée.

Photo 3. – Module supportant l'alimentation, l'oscillateur et les compteurs des sorties 40 à 59.

Photo 4. – Les multiples interconnexions nécessiteront des fils de couleur. On veillera à ne pas oublier les divers straps.

Photo 5. – Pour plus de sécurité, tous les circuits intégrés disposent d'un support.

les 60 circuits de sorties. Il suffit de mettre en place la diode à l'endroit choisi pour allumer la lampe correcte au bon moment. On peut ainsi, selon la disposition des diodes, réaliser un programme complet.

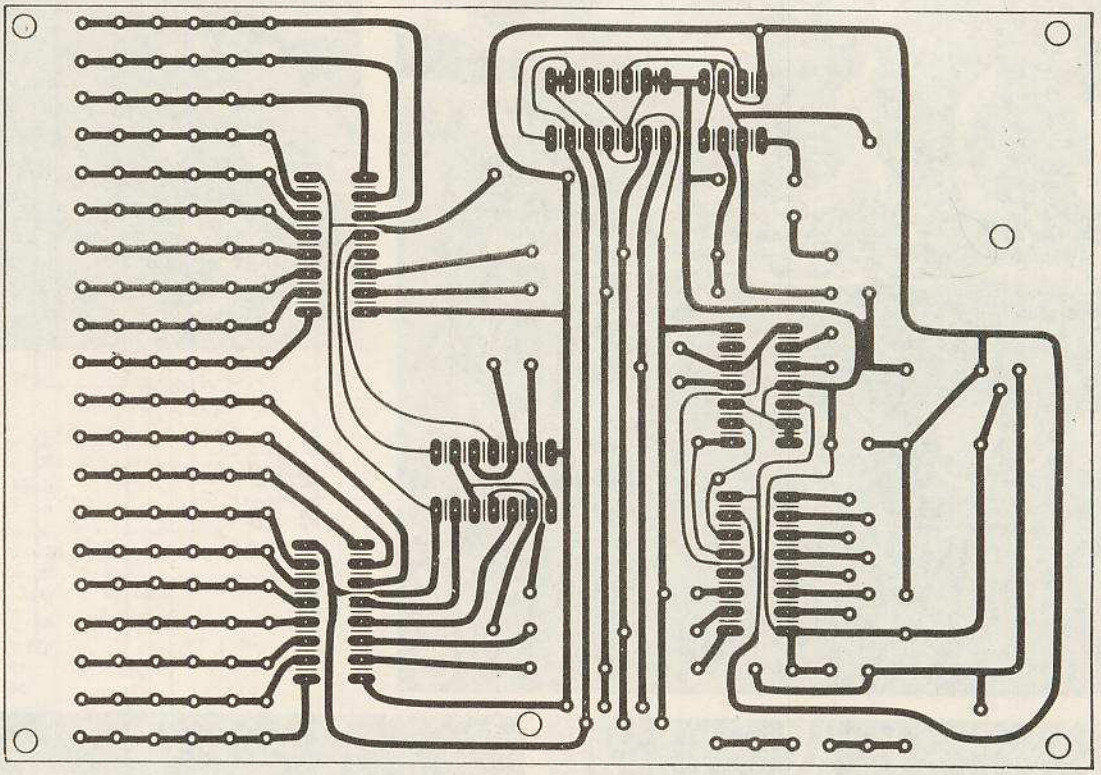
Les diodes de programmation sont indispensables pour éviter de relier indirectement plusieurs circuits ensemble. A titre indicatif, le programme de la maquette à la **figure 13** a nécessité 182 diodes de faible puissance.

L'alimentation de 5 V, nécessaire pour les CI TTL, est confiée, par souci de simplification et après redressement et filtrage, à un circuit intégré régulateur 5 V. Ces circuits sont entièrement protégés contre les courts-circuits et emballement thermique.

Remarque importante : L'emploi des triacs fait que tout le montage est sous le potentiel du secteur. Aussi, avant toute intervention, on devra impérativement débrancher le 220 V.

III – Circuits imprimés

Le montage étant destiné à être introduit dans un boîtier Teko 364 a fait l'objet de plusieurs circuits. En effet, au point de vue réalisation et disponibilités, il est plus aisé pour un amateur de réaliser plusieurs petits circuits plutôt qu'un grand. On devra impérativement respecter les dimensions données, car les cartes seront montées les unes contre les autres, de



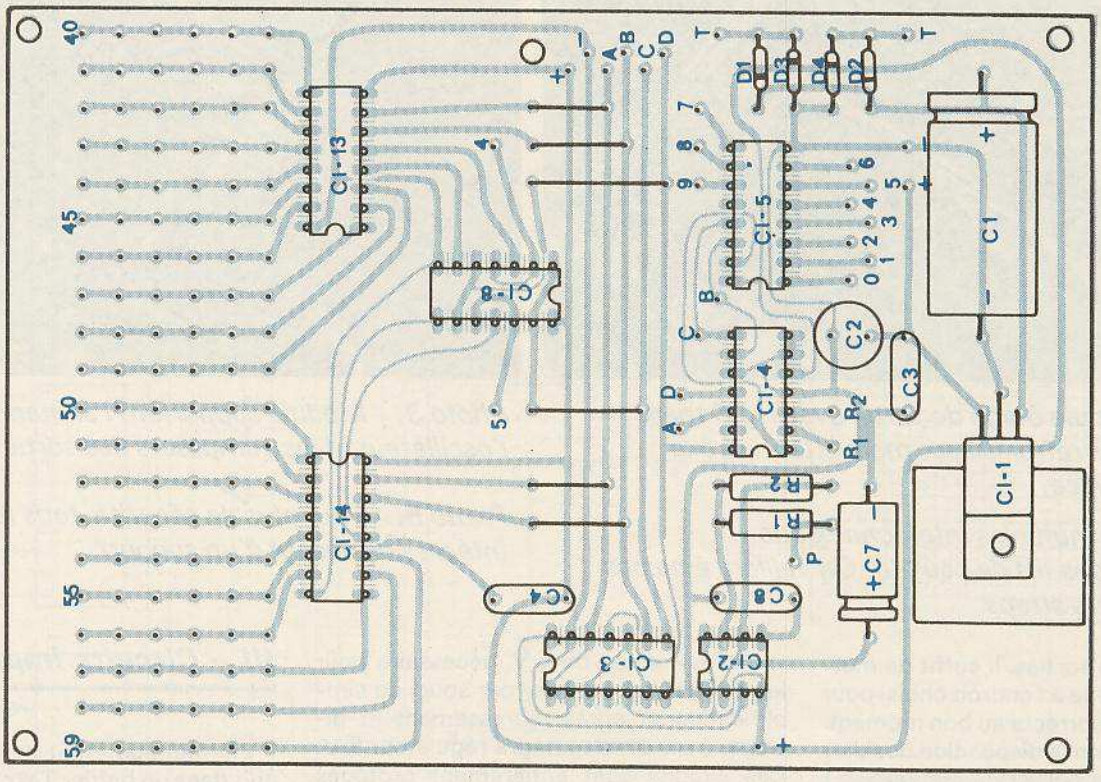
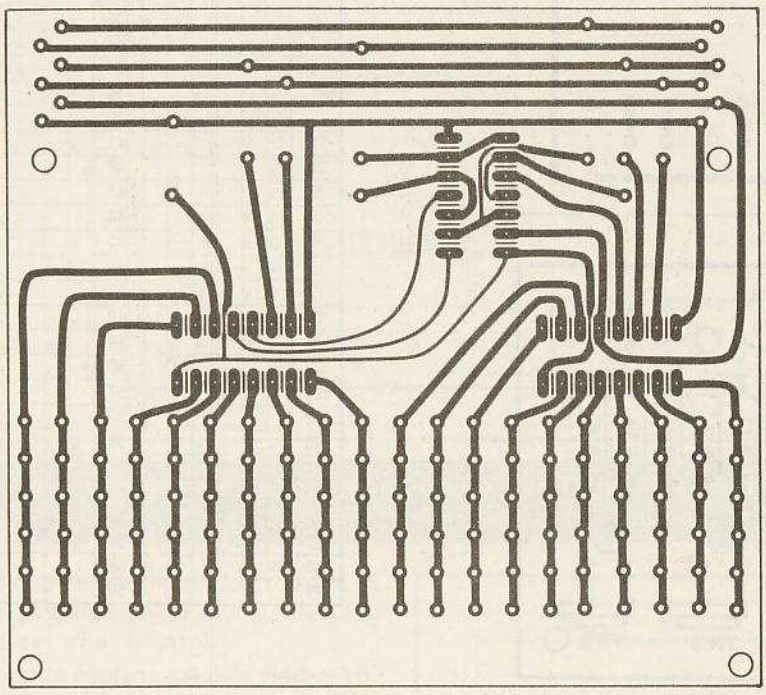


Fig. 6. et 7. – Tracé et implantation à l'échelle 1 du circuit comprenant l'alimentation, l'oscillateur, les compteurs et les décodeurs des sorties 40 à 59. On veillera tout particulièrement à la finesse des bandes qui passent entre deux pastilles de circuit intégré.



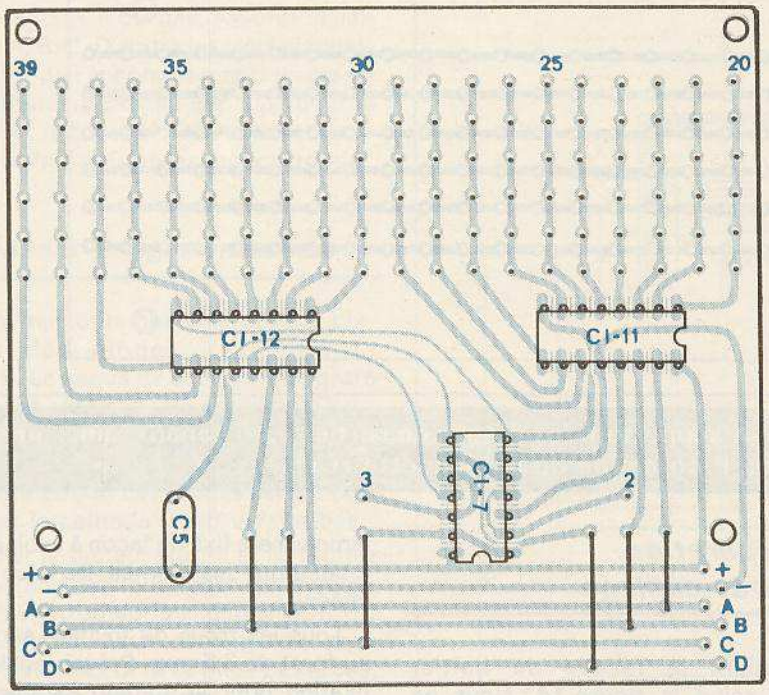


Fig. 8. et 9. – Grandeur nature, le circuit imprimé des compteurs-décodeurs des sorties 0 à 19 et 20 à 39.

façon à avoir un intervalle constant pour les picots de programmation.

Le premier circuit **(fig. 6)** comprend l'alimentation, l'oscillateur, les compteurs unité et dizaine, et les décodeurs des sorties 40 à 59. Il nécessitera assez de soin, car on réalise des liaisons fines entre deux pastilles de CI. Seul un ruban très étroit permet d'obtenir des résultats corrects. Après une très sérieuse vérification, on pourra plonger la plaque dans le bain de perchlorure tiède (40°). Il est en effet préférable de graver chaque circuit séparément.

Réaliser de la même façon le circuit 2 **figure 8** en deux exemplaires (circuit 2 pour les pas 20 à 39 et circuit 3 pour les pas 0 à 19). Seule la numérotation des bornes est différente.

Le circuit 4 supporte l'étage de sortie des lampes (transistor et triac). Son dessin **(fig. 10)** permet de remarquer la simplicité. Là encore on respectera soigneusement les dimensions de la carte.

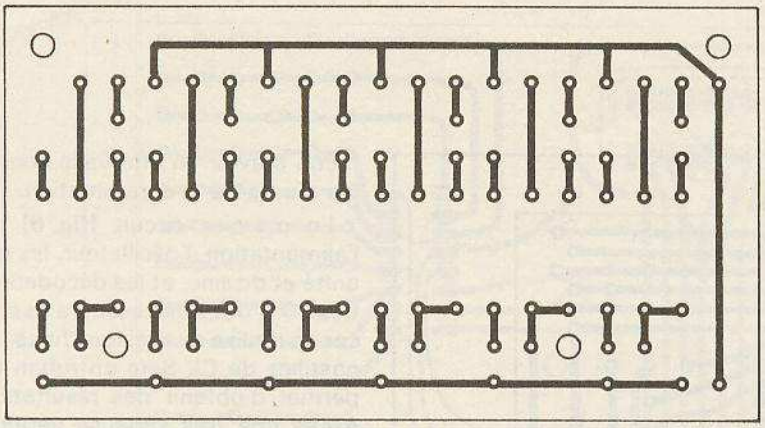
Le circuit imprimé de picots sera réalisé en deux moitiés **(fig. 12)** afin d'utiliser les plaques de cuivre courantes. Sa réalisation d'une seule pièce est possible, c'est ce qui a été fait sur la maquette **(photos)**. Nous sommes donc en présence de six circuits imprimés qu'il reste à percer.

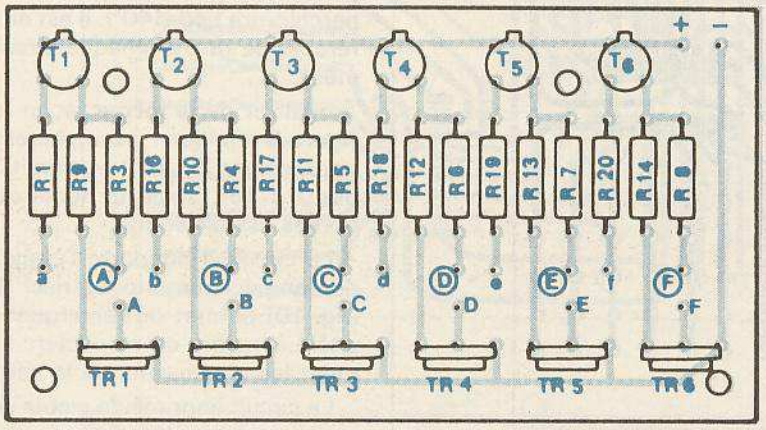
IV – Implantation des composants

On percera les différentes plaques en utilisant des forets de 0,8 mm pour les circuits intégrés, 1,3 mm pour les picots (si vous avez choisi les modèles ronds plus pratique à souder) et 1,2 mm pour le reste des composants. Les trous de fixation de ces circuits seront réalisés grâce à un foret de 3,5 mm.

On pourra alors, avec beaucoup de patience, enficher les cosses picots en veillant à leur alignement avant soudure. Ce travail, bien que fastidieux, permettra néanmoins de pouvoir modifier ultérieurement très facilement la programmation. Nous conseillons auparavant de repérer toutes les bornes de sortie des cartes ainsi que quelques picots de programmation. Le câblage en sera grandement facilité.

On passera à l'implantation des éléments donnés aux **figures 7-9-11**. A ce stade, nous vous conseillons formelle-





PAS	Lampes allumées						PAS	Lampes allumées					
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
0	×						30	×					
1		×					31		×				
2			×				32			×			
3				×			33				×		
4					×		34					×	
5						×	35						×
6						×	36	×					×
7						×	37		×				×
8					×		38			×			×
9				×			39				×		×
10			×				40					×	×
11		×					41	×				×	×
12	×						42		×			×	×
13	×						43			×		×	×
14	×						44				×	×	×
15	×	×					45	×			×	×	×
16	×	×	×				46		×		×	×	×
17	×	×	×	×			47			×	×	×	×
18	×	×	×	×	×		48	×		×	×	×	×
19	×	×	×	×	×	×	49		×	×	×	×	×
20							50	×	×	×	×	×	×
21	×	×	×	×	×	×	51						
22							52	×	×	×	×	×	×
23	×	×	×	×	×	×	53	×	×	×	×	×	
24	×					×	54	×	×	×	×		
25		×			×		55	×	×	×			
26			×	×			56	×	×				
27		×			×		57	×					
28	×					×	58						
29							59						

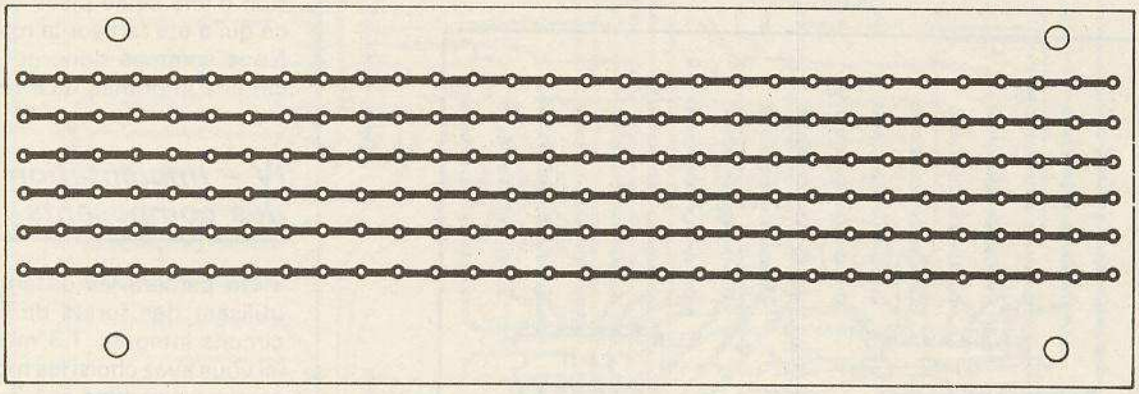


Fig. 10. à 13. – Toujours à l'échelle 1, le circuit supportant les étages de sortie des 6 canaux, ainsi que celui supportant les picots. Programme de la maquette réalisée.

ment d'utiliser des supports de circuits intégrés. En effet, pour vérifier à l'ohmmètre les diodes, le retrait des CI décodeurs élimine tout risque pour ceux-ci.

Comme toujours, l'expérience semblant prouver qu'on ne le dit pas assez, vérifier polarités et valeur de chaque composant avant soudure. Un examen minutieux sera nécessaire, surtout pour les liaisons entre deux pastilles. Les différents straps de liaison seront effectués à l'aide de fil rigide nu.

V – Préparation du coffret-câblage

On percera la façade du boîtier Téko 364 selon la **figure 14**. Nous ne donnerons pas cette fois-ci de plan de perçage du fond du boîtier car il est préférable de positionner les plaques et de marquer les trous à l'aide d'un clou chauffé à cause du rapprochement des plaques. Le circuit vertical des picots de lampes sera fixé de façon à avoir au moins 2 cm pour les bornes les plus rapprochées.

Tous les trous de fixation seront faits au foret de 3,5 mm. Prévoir également la fixation pour le domino extérieur et les trous de sortie des fils. Mettre en place définitivement les circuits et le transfo à l'aide de vis 3 mm. L'emploi d'entretoises sera nécessaire pour éviter de reposer sur les soudures.

On mettra en place l'interrupteur, le

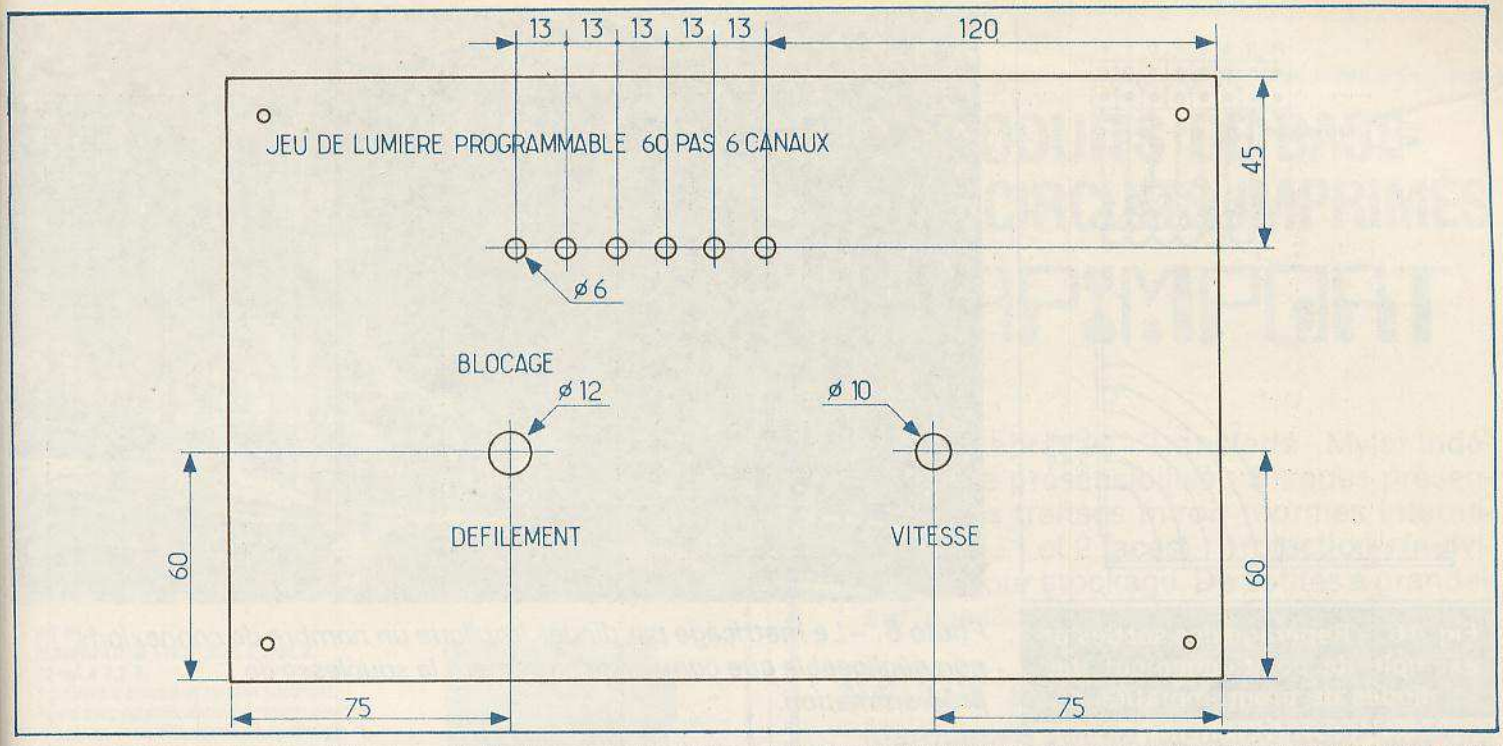


Fig. 14. – L'ensemble se loge dans un boîtier Teko 364 dont on percera la face avant selon les cotes indiquées.

potentiomètre et les diodes LED. Celles-ci seront avantageusement munies de clips prévus à cet effet **(photo)**.

Effectuer le câblage selon la **figure 15**. Du fil de couleur fin permettra d'éviter d'éventuelles erreurs. Ne pas oublier de relier les bornes R_1 à B et R_2 à C dans le cas du montage à 60 pas. Assurer la liaison +, –, A, B, C, D, entre les trois plaquettes. Du fait de l'encombrement, on réservera la première rangée verticale pour la liaison avec le circuit 4. De ce fait, on programmera le pas 0 en extinction totale.

VI – Essais-programmation

Pour éviter toute anarchie dans le placement des diodes, respecter la **figure 16**. Le risque de court-circuit entre deux diodes contiguës sera minime. Commencer la programmation en allant progressivement de façon à dépister facilement toute erreur. Les diodes seront placées avec la cathode (trait) vers le bas.

Brancher le secteur sur Ph et N. Mettre P_1 en position minimum pour les vérifications et l'interrupteur sur défilement. On doit constater l'avancement du programme par les LED. Si ce n'est pas le cas, il faut procéder par étapes.

Vérifier la présence du 12 V, du 5 V. On doit constater les changements de niveau sur les bornes ABCD. Vérifier les niveaux sur le compteur des dizaines et son décodeur. La majorité des défauts est, pour notre part, survenue par la mise à l'envers

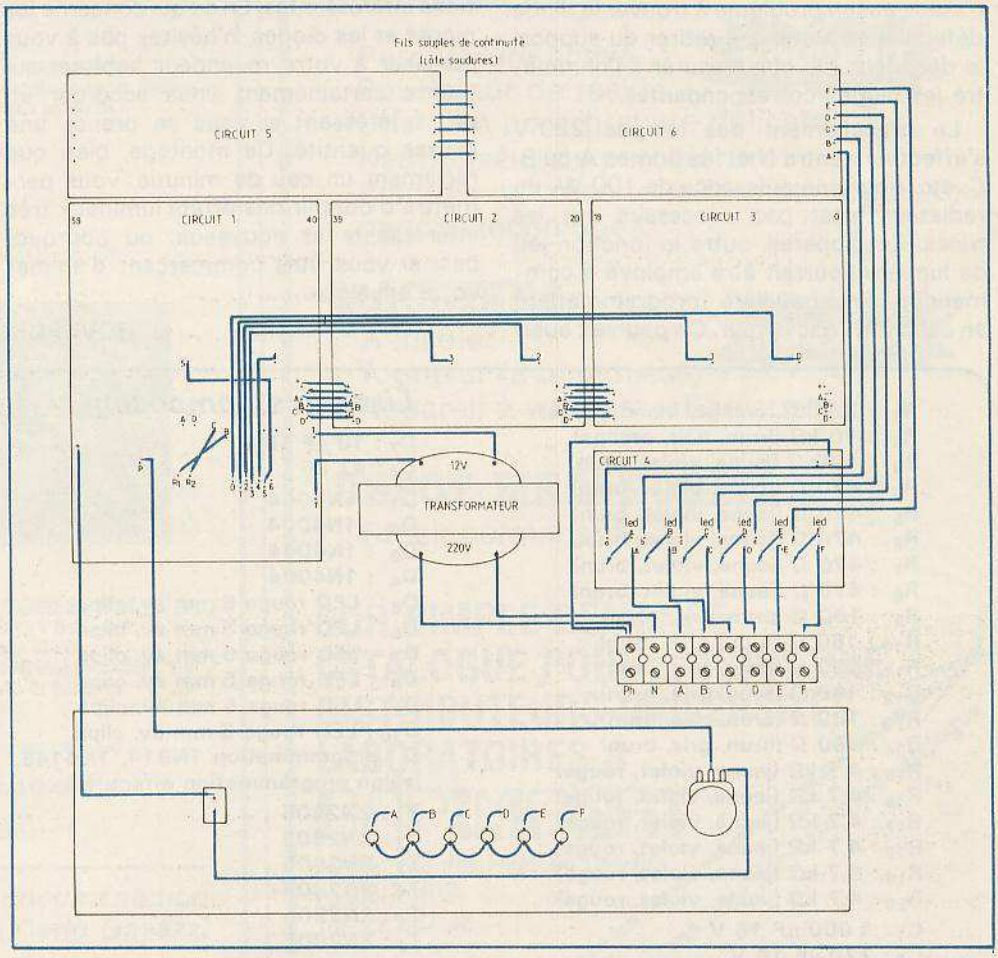


Fig. 15. – Les interconnexions entre les divers modules nécessiteront un minimum d'attention. Les risques d'erreurs seront considérablement réduits par l'utilisation de fils de couleur.

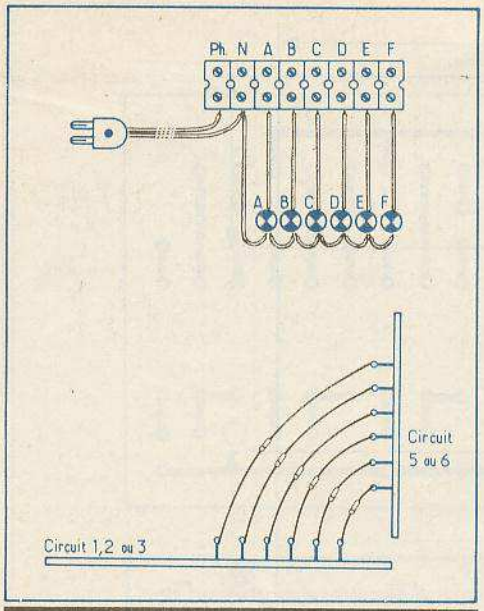


Fig. 16. – Repérage des sorties et exemple de positionnement des diodes de programmation.

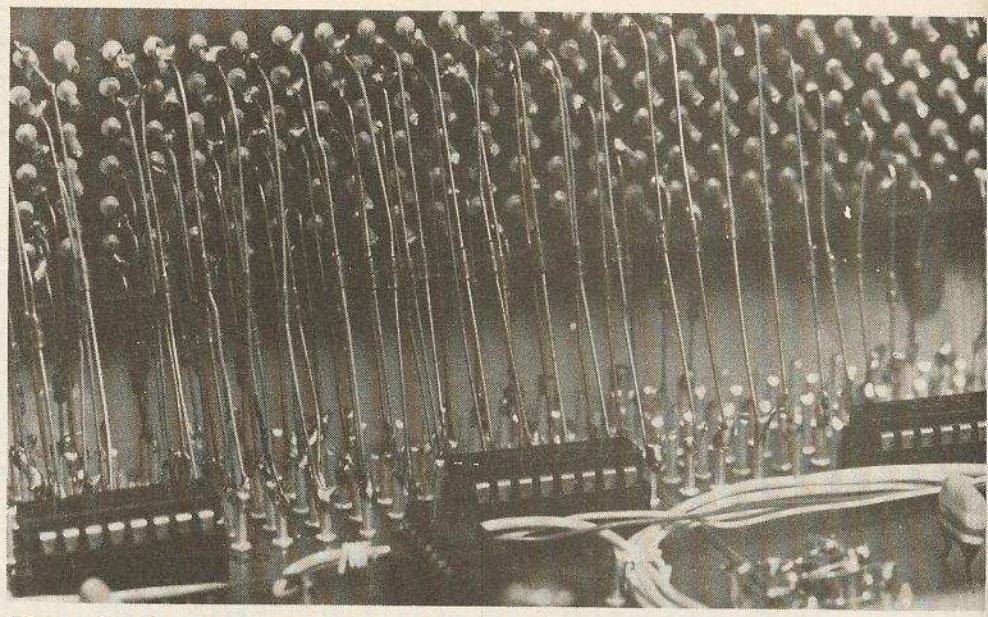


Photo 6. – Le matriçage par diodes implique un nombre de connexions non négligeable que compense largement la souplesse de programmation.

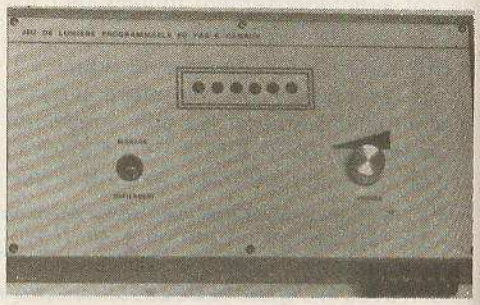
des diodes de programmation ou, plus rare, de diodes ayant un courant inverse non négligeable.

Si vous procédez pas à pas, vous n'aurez aucun problème à trouver la diode défectueuse. Pensez à retirer du support le décodeur, si vous mesurer à l'ohmmètre les diodes correspondantes.

Le branchement des lampes 220 V s'effectuera entre N et les bornes A ou B, C, etc. Pour une puissance de 100 W, un radiateur n'est pas nécessaire sur les triacs. Cet appareil, outre la fonction jeu de lumière pourrait être employé à commander une chaudière (programmateur) en calibrant l'oscillateur. On pourrait aussi commander des feux tricolores, ou même réaliser un orgue programmable à l'aide de résistances ajustables. Gageons que les lecteurs trouveront d'autres applications intéressantes. En ce qui concerne les picots et les diodes, n'hésitez pas à vous adresser à votre revendeur habituel qui pourra certainement vous accorder un prix intéressant si vous en prenez une grosse quantité. Ce montage, bien que réclamant un peu de minutie, vous permettra d'obtenir des effets lumineux très intéressants et nouveaux, ou pourquoi pas, si vous êtes commerçant d'animer votre enseigne.

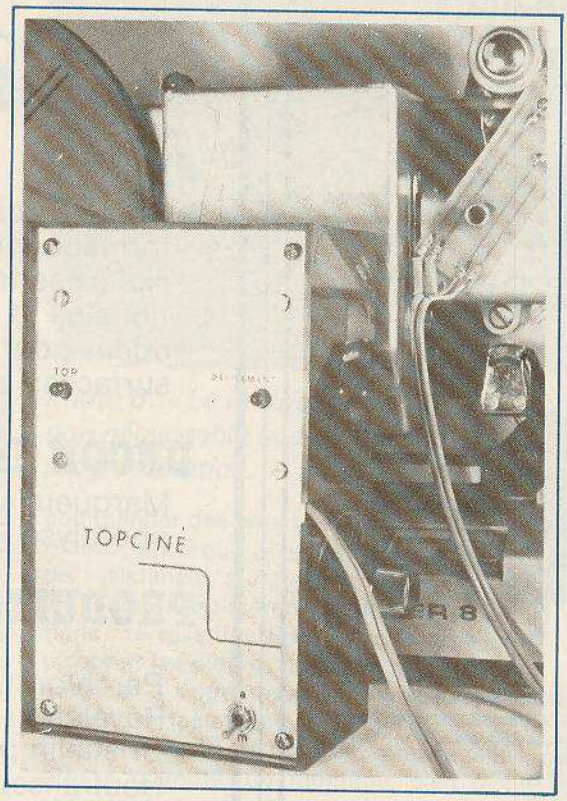
D. ROVERCH

Photo 7. – Sur la face avant apparaissent 6 diodes LED qui permettent de vérifier à tous moments la programmation.



Liste des composants

R_1 : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)
R_2 : 10 kΩ (brun, noir, orange)
R_3 : 470 Ω (jaune, violet, brun)
R_4 : 470 Ω (jaune, violet, brun)
R_5 : 470 Ω (jaune, violet, brun)
R_6 : 470 Ω (jaune, violet, brun)
R_7 : 470 Ω (jaune, violet, brun)
R_8 : 470 Ω (jaune, violet, brun)
R_9 : 180 Ω (brun, gris, brun)
R_{10} : 180 Ω (brun, gris, brun)
R_{11} : 180 Ω (brun, gris, brun)
R_{12} : 180 Ω (brun, gris, brun)
R_{13} : 180 Ω (brun, gris, brun)
R_{14} : 180 Ω (brun, gris, brun)
R_{15} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{16} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{17} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{18} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{19} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{20} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
C_1 : 1 000 µF 16 V
C_2 : 220 µF 16 V
C_3 : 100 nF
C_4 : 68 nF
C_5 : 68 nF
C_6 : 68 nF
C_7 : 10 µF 16 V
C_8 : 47 nF
D_1 : 1N4004
D_2 : 1N4004
D_3 : 1N4004
D_4 : 1N4004
D_5 : LED rouge 5 mm av. clips
D_6 : LED rouge 5 mm av. clips
D_7 : LED rouge 5 mm av. clips
D_8 : LED rouge 5 mm av. clips
D_9 : LED rouge 5 mm av. clips
D_{10} : LED rouge 5 mm av. clips
D : programmation 1N914, 1N4148, (selon programmation effectuée)
T_1 : 2N2905
T_2 : 2N2905
T_3 : 2N2905
T_4 : 2N2905
T_5 : 2N2905
T_6 : 2N2905
TR_1 : Triac 6 A 400 V
TR_2 : Triac 6 A 400 V
TR_3 : Triac 6 A 400 V
TR_4 : Triac 6 A 400 V
TR_5 : Triac 6 A 400 V
TR_6 : Triac 6 A 400 V
7 supports DIL 16
5 supports DIL 14
1 support DIL 8
CI_1 : régulateur 5 V 1 A 7805
CI_2 : NE555
CI_3 : 7490
CI_4 : 7490
CI_5 : 7442
CI_6 : 7432
CI_7 : 7432
CI_8 : 7432
CI_9 : 7442
CI_{10} : 7442
CI_{11} : 7442
CI_{12} : 7442
CI_{13} : 7442
CI_{14} : 7442
1 boîtier Teko 364
1 transfo 12 V 1 A
1 potentiomètre 100 kA av. bouton
1 interrupteur
Picots
Visseries, etc.



Pour mieux sonoriser vos FILMS

LE plus grand problème dans la sonorisation des films d'amateurs, du moins quand on tient à une certaine qualité, est le repérage des fins de musique, c'est-à-dire le moment précis où l'on doit commencer à baisser progressivement le volume de l'enregistrement musical pour que le silence arrive juste à la fin d'une séquence. Quelques secondes trop tôt ou trop tard se traduisant alors par un effet grotesque à la projection. Notre appareil supprime enfin ces inévitables « cafouillages » en signalant par une LED rouge l'instant précis du début de la transition musicale, et ce par la détention optique d'un repère effectué sur le film lors du montage, mais qui sera invisible et inaudible à la projection. D'autres repères pouvant être mis en place pour le départ des commentaires, il n'est donc plus utile d'apprendre par cœur un film avant de le sonoriser.

Le principe optique

Sur le film nous n'utilisons que la piste perforations, soit une succession de blancs et de noirs. Le repérage consiste à gratter l'émulsion noire entre deux perforations et c'est ce « blanc long » qui lu par un photo-transistor, va provoquer l'allumage d'une LED rouge.

Nous verrons qu'il est facile d'enlever proprement quelques millimètres carrés de gélatine et de calculer la distance entre le collage séparant les deux séquences et le repère.

Le procédé s'applique à tous les formats ciné, à l'exception du 9,5 mm aujourd'hui pratiquement disparu, aussi bien avec piste magnétique couchée sur le film qu'avec bande magnétique extérieure synchronisée.

La détection optique sur le projecteur se situe en un endroit où le film a un **déplacement continu**, c'est-à-dire avant le premier débiteur ou après le deuxième.

Le module de lecture comprend un photo-transistor et une petite ampoule entre lesquels défile la piste perforations du film.

Selon le modèle de votre projecteur, il vous faudra un peu d'ingéniosité pour choisir l'emplacement le plus facile, et d'autre part pour confectionner sur mesures notre module de lecture. Il est en effet impossible de concevoir un modèle pouvant se monter sur n'importe quel projecteur tant leurs formes sont diverses; aussi, celui que nous représentons en photos n'est qu'un exemple de réalisation

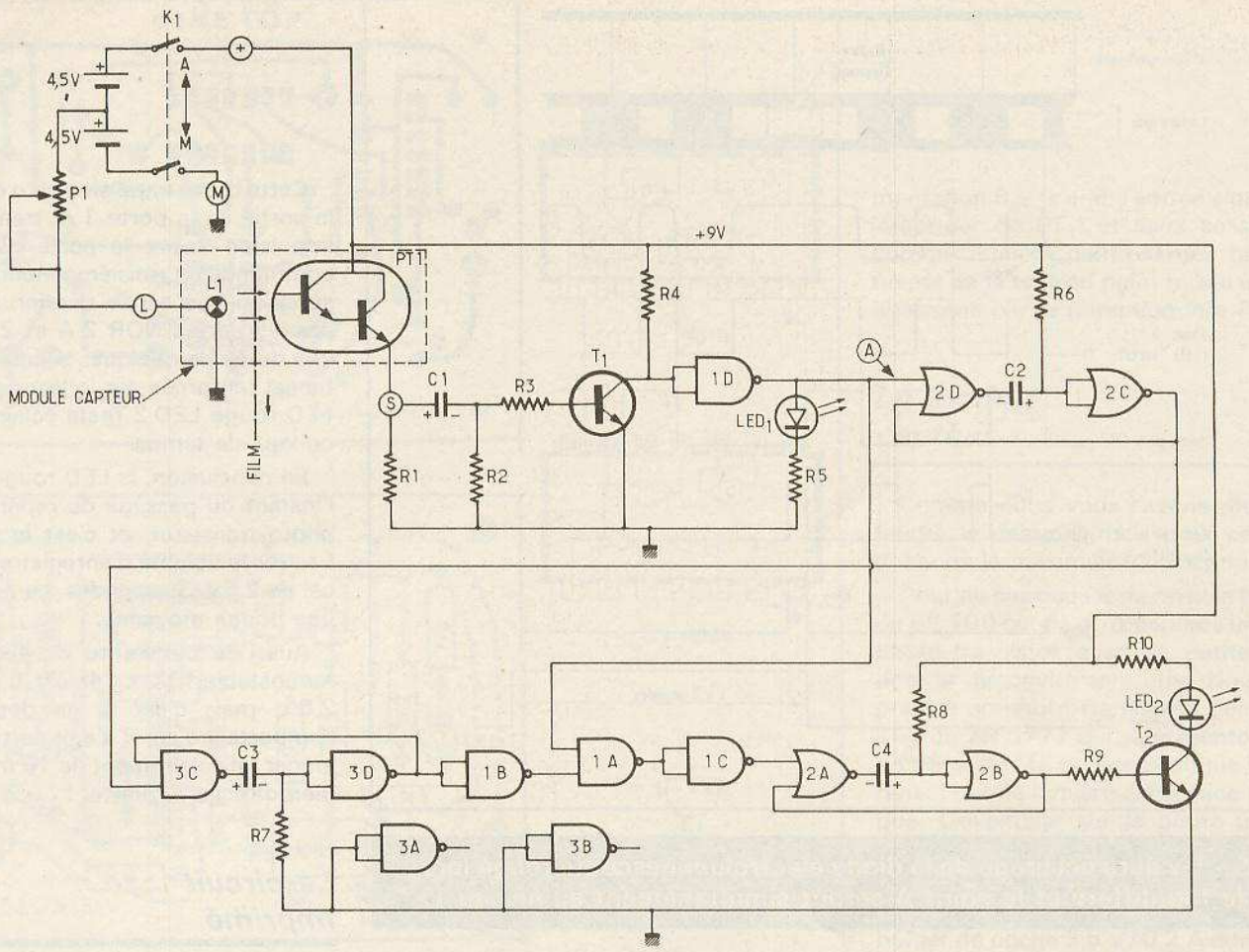


Fig. 1. – Schéma de principe du montage en question. La lecture « opto » des perforations du film est « mise en ordre » par une suite de monostables et de portes logiques. Emploi d'une photo Darlington.

qui donnera un point de départ à vos inspirations.

Il s'adapte au projecteur « Noris-Super 8T » avec synchronisateur incorporé pour magnétophone à bande, mais qui n'est hélas plus commercialisé : la HiFi en Super 8 c'est rare mais agréable...

Qu'importe l'esthétique de ce module, car il ne sera mis en place qu'une seule fois lors de la sonorisation définitive du film. Nous verrons plus loin des détails pratiques pour sa réalisation.

Le schéma électronique (figure 1)

Un circuit qui ne représente que pour moins de trente francs de composants mais dont le fonctionnement est relativement complexe, mais comme il s'agit de portes logiques le montage fonctionnera du premier coup, sans mise au point.

Le photo-transistor ou photo-Darlington PT_1 est monté en collecteur commun et le condensateur C_1 en extrait la composante alternative.

Ce signal, qui reproduit le passage des perforations à 18 ou 24 images/seconde est amplifié par le transistor T_1.

Sur le collecteur de T_1, le signal en

Photo 1. – Il faut tout d'abord transformer le signal de phototransistor en signaux logiques.

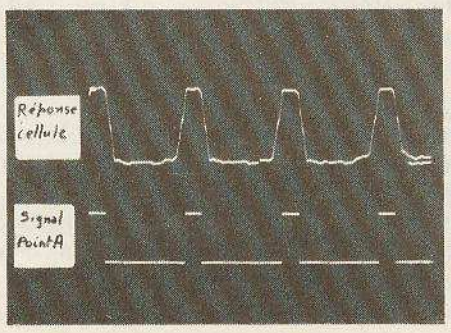
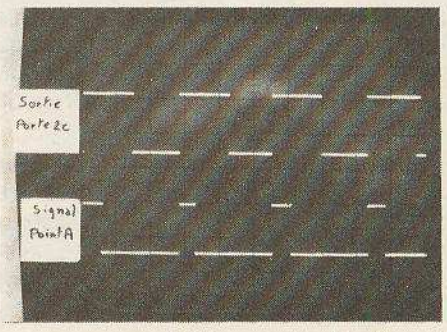


Photo 2. – Le premier monostable fournit des fronts descendants entre deux perforations.



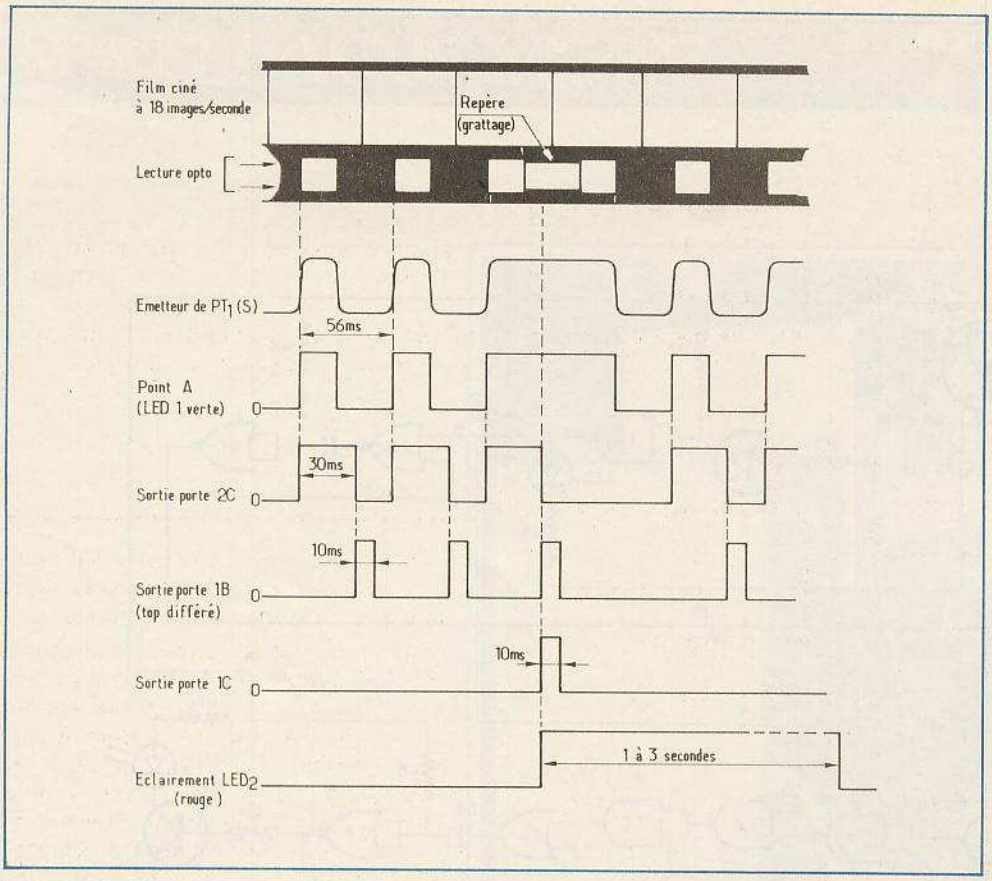


Fig. 2. – Il y aura éclairage de la diode électroluminescente rouge lorsque le top différé et le point A seront simultanément au niveau 1.

opposition de phase attaque un inverseur logique (porte 1 D) qui joue le rôle de trigger. A la sortie, que nous appellerons « point A », nous avons donc le niveau zéro pour les noirs et le niveau 1 pour les blancs, ainsi que le montre l'oscillogramme de la **photo 1.**

Ce signal est dérivé sur une LED verte (LED 1) dont le clignotement sera le témoin d'un bon fonctionnement. Par conséquent, jusqu'à ce point A, nous n'avons fait que traduire en niveaux logiques ce que « voit » le photo-transistor, et c'est à partir de là que les choses se compliquent un peu ; mais, il faudrait tout d'abord expliquer notre numérotation des portes logiques.

Nous utilisons trois CI logiques C-MOS, deux 4011 (quatre NAND) et un 4001 (quatre NOR). Pour chaque CI nous baptisons les quatre portes « A – B – C et D » **dans l'ordre de la numérotation normalisée des bornes de 1 à 14.** Ainsi, nous avons parlé de la porte « 1 D », c'est donc la quatrième (bornes 11, 12, et 13) de CI_1, qui est un 4011.

Nous conserverons cette nomenclature simplifiée des portes pour d'autres articles, car elle permet une localisation rapide sur un circuit imprimé ; par exemple, ce fameux point A est donc la borne 11 de CI_1.

Les fronts montants du signal au point A commandent un monostable constitué par les portes NOR 2 D et 2 C ; sa constante de temps (R6 x C2) est de l'ordre de 30 millisecondes, soit environ la moitié du temps entre deux perforations à 18 images/seconde. Voir l'oscillogramme de la **photo 2.**

Le front descendant, soit la fin, de ce signal de 30 ms commande un autre monostable constitué par les portes NAND 3 C, 3 D et 1 B, lequel nous délivre un top niveau 1 de 10 ms, c'est-à-dire à peu près à mi-temps entre deux tops perforations du point A. Appelons-les « tops différés ».

La porte NAND 1 A reçoit sur ses entrées les tops différés et les tops perforations du point A, et puisqu'ils ne sont pas **simultanément** au niveau 1 la sortie de ce NAND reste bloquée à 1 (voir « ABC des C.I. logiques », Electronique Pratique n° 1624, page 112).

Mais voici qu'arrive un repère sur le film, le signal au point A va alors rester au niveau 1 entre deux perforations, et la sortie de la porte 1 A va au niveau zéro à l'instant du top différé ; lequel rappelons-le est déclenché à retardement par chaque front montant au point A. Voir le tableau cinétique de la **figure 2.**

Cette brève impulsion zéro de 10 ms de la sortie de la porte 1 A, transformée en impulsion 1 par la porte-inverseur 1 C commande un troisième monostable (rassurez-vous, c'est le dernier...), constitué par les portes NOR 2 A et 2 B et ayant une durée de quelques secondes. Sa sortie est renforcée par le transistor T_2 et la LED rouge LED 2 reste éclairée pendant ce laps de temps.

En conclusion, la LED rouge s'allume à l'instant du passage du repère devant le photo-transistor, et c'est le signal pour baisser le volume d'enregistrement musical en 2,5 à 3 secondes, ce qui constitue une bonne moyenne.

Aussi la constante de temps de ce monostable (R8 x C4) est de l'ordre de 2,5 s, mais c'est là un détail de peu d'importance car il s'agit surtout de prolonger un éclairement de 10 ms qui serait bien difficile à guetter !

Le circuit imprimé

Les interconnexions de dix portes logiques impliquent des traits de liaisons fins et nombreux, aussi plutôt que le stylo marqueur mieux vaut le ruban adhésif de 0,8 mm ou les traits transferts, du moins pour les liaisons entre les trois CI ; le plus sûr restant encore la reproduction photographique de la **figure 3.** (Voir Electronique Pratique, nouvelle série n° 8, page 105).

Pensez aux précautions d'usage anti-électrostatiques lors du soudage des trois CI C-MOS, sinon montez des socles, leur place est prévue. Les condensateurs C_2, C_3 et C_4 sont des tantale, dont il faudra respecter la polarité. Pour C_1 (47 f), nous avons monté un électrochimique mais l'implantation d'un tantale est prévue.

Il y a trois straps à mettre en place côté composants, ils concernent tous trois des liaisons masse.

Les deux LED sont des Ø 5 mm pour leur meilleure luminosité et leur longueur de pattes. Il faudra les souder bien droites avec leurs embases à 11 ou 13 mm de l'époxy.

Le transistor T_1 aura un gain β au moins égal à 300 (BC 109 C) tandis qu'un β de 100 est suffisant pour le transistor T_2.

Pour les cosses-poignards nous disposons de deux cosses masse (« M »), l'ali-

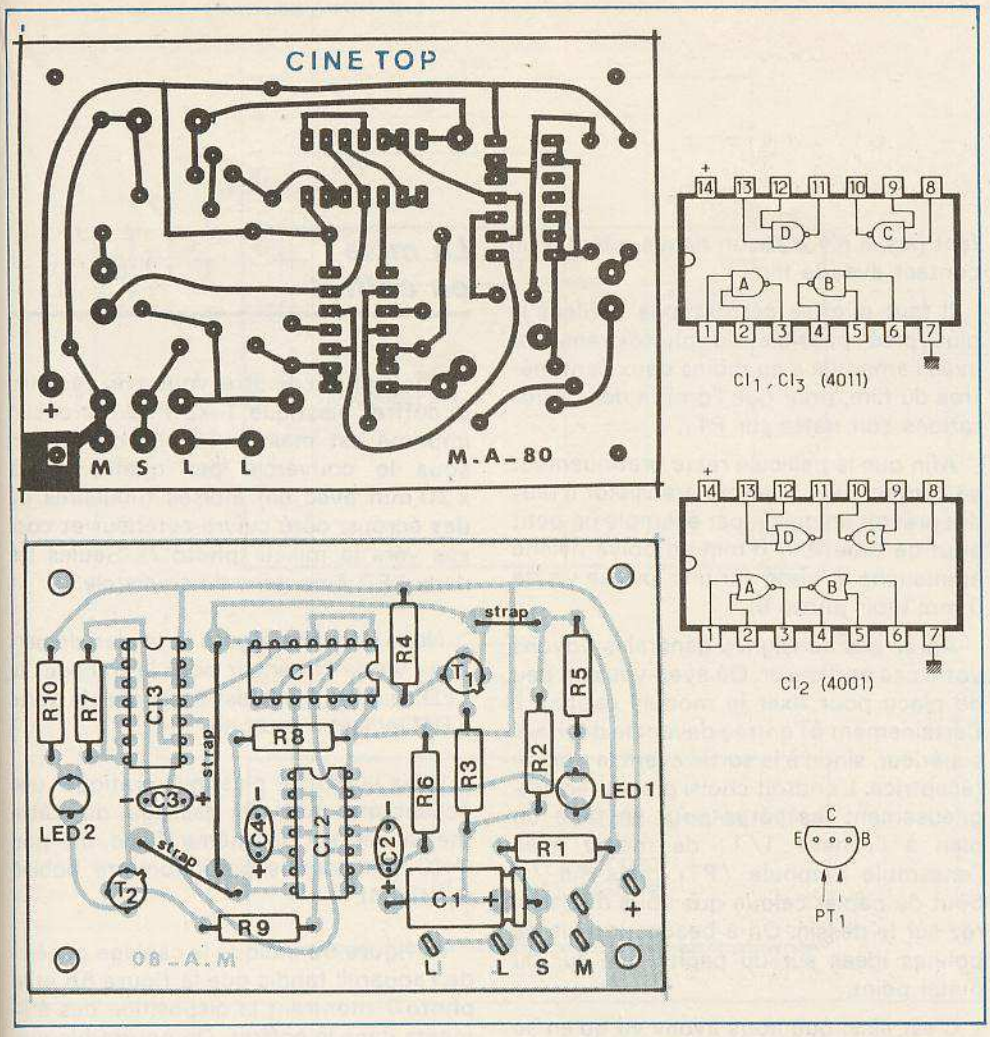


Fig. 3. – Le tracé du circuit imprimé est précisé grandeur nature. On veillera à ne pas oublier les trois straps de liaison de masse. Les deux LED seront soudées en surélévation.

mentation 9 V (« + »), l'entrée signal « S » (émetteur de PT_1) et deux cosses « L » comme lumière qui sont des raccordements de la tension point milieu des piles abaissées par le potentiomètre P_1.

Le module capteur

Comme nous vous l'avons dit il vous faudra le dessiner mais pour cela nous donnons le maximum d'indications.

– Pour ne pas risquer de rayer le film avec un BC 109 coupé offrons-nous un « vrai » photo-transistor avec sa petite lentille dont la directivité sera utile. Nous avons préféré un photo-Darlington genre MRD 148 ou 2N 5777 qui se présente comme un transistor en boîtier plastique transparent ; l'entrée lumière est la **face cylindrique.** L'avantage sur le photo-transistor est de nécessiter moins de lumière donc de « tirer » moins sur une pile 4,5 V.

La petite lampe est une ampoule de boîtier de poche 3,5 V/0,2 A dont l'éclairage sera ajusté par le potentiomètre P_1 de 50 Ω **bobiné.** Pour le vissage de l'ampoule sur le module nous avons bobiné un bout de fil cuivre ∅ 1,5 mm **(photo 4).** Le plot central est lui soudé par un fil de liaison. Cette ampoule ne chauf-

Photo 3. – Les condensateurs au tantale permettent de gagner beaucoup de place.

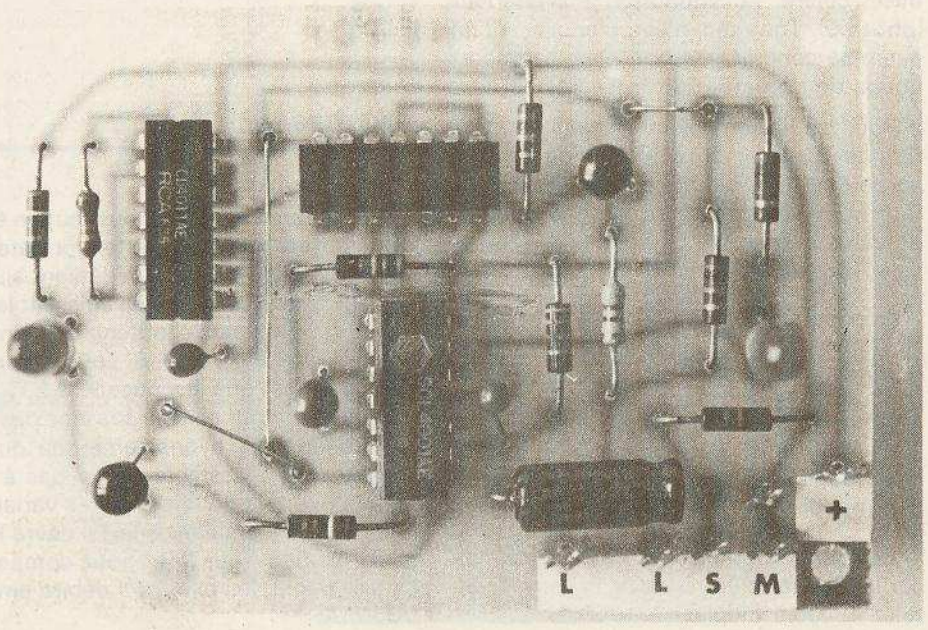
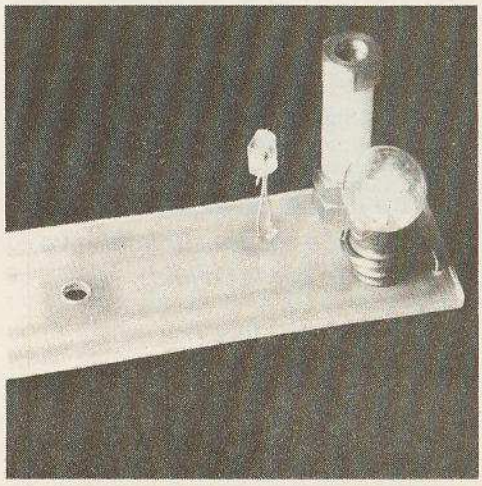


Photo 4. – Le module capteur : une ampoule de lampe de poche et un guide qui maintient le film sur le phototransistor.



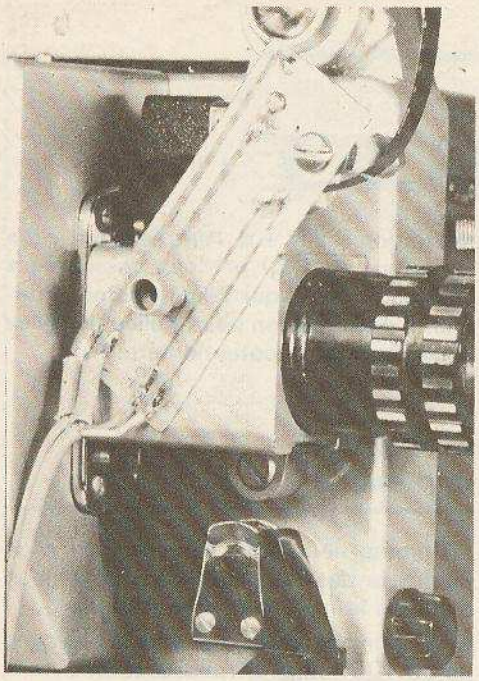


Photo 5. – Le module capteur a pu être fixé sur le porte objectif.

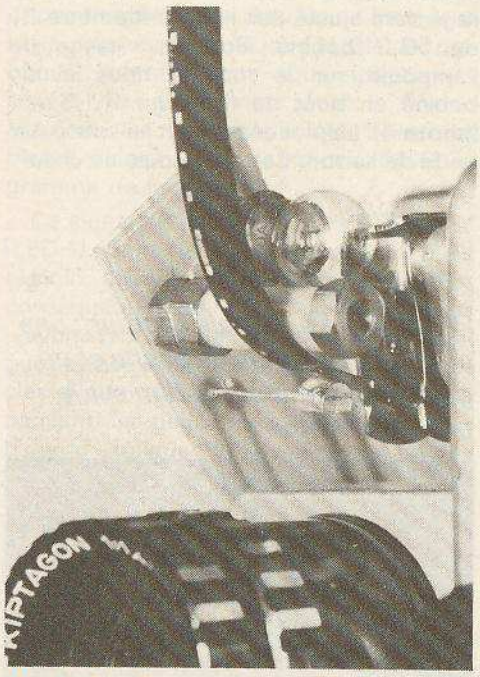


Photo 6. – Le repère sur le film va être détecté par la cellule.

fant pas, il n'y a aucun risque quant à un contact avec le film.

Il faut que les perforations défilent le plus près possible du photo-transistor avec l'ampoule à au moins deux centimètres du film, pour que l'ombre des perforations soit nette sur PT_1.

Afin que la pellicule reste pratiquement en contact avec le photo-transistor il faudra prévoir un guide, par exemple un petit bout de tube Ø 4/6 mm en polyéthylène emmanché et vissé sur une longue vis de 3 mm (voir **photo 6**).

Après ces consignes générales voyons votre cas particulier. Où avez-vous un peu de place pour fixer le module capteur ? Certainement à l'entrée devant le débiteur supérieur, sinon à la sortie avant la bobine réceptrice. L'endroit choisi prenez-en soigneusement les côtes pour en faire un plan à l'échelle 1/1 ; de même avec l'ensemble ampoule /PT_1 mais sur un bout de papier calque que vous déplacerez sur le dessin. On a beaucoup plus de bonnes idées sur du papier que sur du métal peint.

C'est ainsi que nous avons vu qu'en se fixant sur le porte-objectif de notre projecteur (**photo 5**) nous pouvions utiliser la vis molletée de blocage de la mise au point comme vis d'assemblage et de mise à la masse du projecteur (ce détail étant facultatif). L'axe des perforations passant à 16 mm de cette face d'appui il fallait que le filament et la « puce » de PT_1 soient tous deux à 16 mm de la plaquette époxy, avec cuivre et soudures à l'extérieur (**photo 5**). Tout ceci n'est, bien sûr, qu'un exemple concret ; un bon plan, calque et coups de gomme, tout le secret est là.

Pour les liaisons électriques, il est préférable d'utiliser du câble blindé pour la sortie émetteur de PT_1, et comme il nous faut quatre conducteurs, prenons 60 cm de câble méplat blindé connecté comme suit : (**fig. 5a**) :

- âme isolant blanc : « S » = émetteur de PT_1
- blindage = masse, retour ampoule

- âme isolant rouge = + 9 V = collecteur de PT_1
- blindage = « L » = tension + de l'ampoule.

Ces quatre bornes devront être voisines sur la plaquette époxy pour éviter d'écarteler le câble méplat.

La mise en coffret

Sur la photo de titre, vous avez reconnu le coffret plastique Teko P/3. Le circuit imprimé est maintenu à 12 ou 15 mm sous le couvercle par quatre vis 3 x 20 mm avec entretoises tubulaires ou des écrous, côté cuivre extérieur et cosses vers le milieu (**photo 7**). Seules les deux LED émergent du couvercle.

Nous donnons, **figure 4**, le plan de perçage vu de l'intérieur pour le traçage : la LED rouge « Top » est à gauche, la verte « Défilement » à droite.

Dans le coffret plastique pratiquer une échancrure pour le passage du câble méplat et sur le même flanc un trou Ø 10 mm pour le potentiomètre bobiné P_1 (**fig. 4**).

La **figure 5a** indique le câblage général de l'appareil tandis que la **figure 5b** et la **photo 7** montrent la disposition des éléments dans le coffret. On pourra bloquer les deux piles par une cloison fixée dans les glissières médianes du boîtier.

A noter que nou avons soudé les fils à même les languettes des piles, en nous basant sur des considérations d'usure et de fréquence d'utilisation. Si cette pratique ne vous convient pas, utilisez des cosses femelles pour voitures.

Les essais

Lorsqu'on sonorise il nous faut un éclairage normal du local, quitte à projeter sur un très petit écran. Le film défilant ajustez l'éclairage de l'ampoule en agissant **lentement** sur P_1 jusqu'à obtenir **le scintillement de la LED verte**. Si vous n'y parvenez pas, c'est que la « puce » de PT_1 n'est pas bien centrée sous le passage des perforations. Nous avons remarqué que ce réglage est très stable et n'a pas à être retouché malgré d'importantes variations de l'éclairage ambiant, mais il devra l'être probablement plus tard pour compenser l'usure d'une des piles, qui débite environ 100 mA.

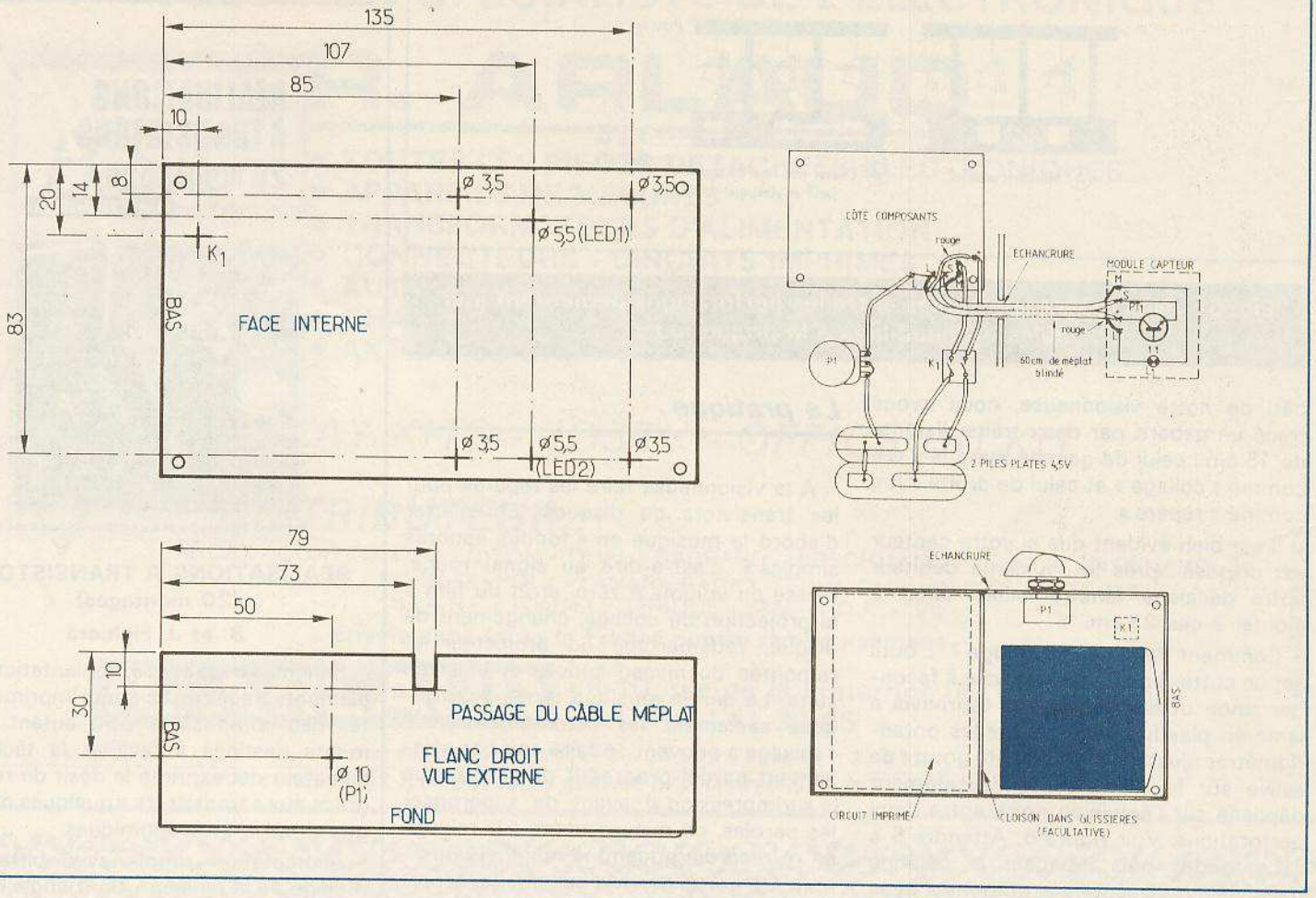
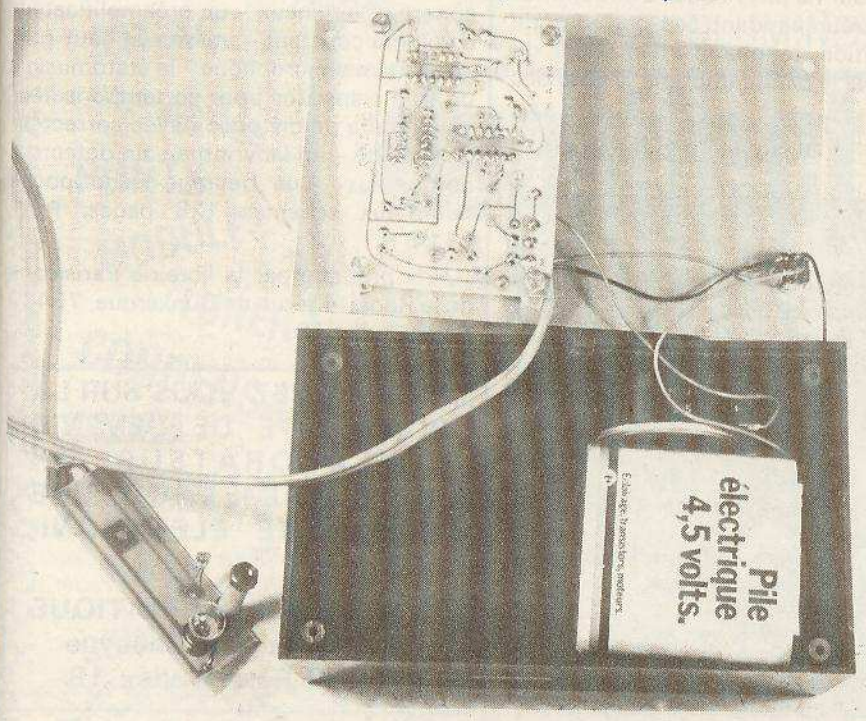


Fig. 4. et 5. – Le coffret Teko P / 3 subira le plan de perçage ci-dessus. Pour éviter toute ambiguïté, nous donnons la disposition intérieure et le câblage des éléments à l'intérieur du coffret.

Photo 7. – Le boîtier ouvert avec la disposition des piles.



Le marquage du film

Il faut tout d'abord déterminer une fois pour toutes la distance entre le repère et le collage entre les deux séquences.

Mesurez la distance en pellicule entre la fenêtre de projection et PT_1 ; pour cela, engager une amorce blanche, arrêter le projecteur, ouvrir le presse-film, et marquer au stylo feutre sur l'amorce l'endroit de la fenêtre et de PT_1. Sortir l'amorce et mesurer ; nous avons trouvé 8 centimètres.

Nous nous sommes fixés une baisse du son en 2,5 secondes, mais avec le retard humain il faudra que la LED rouge s'éclaire 3 secondes avant la projection du collage. En Super 8 à 18 images/s la vitesse linéaire du film étant de 7,6 cm/s, trois secondes correspondent donc à 23 cm ; mais puisque la cellule PT_1 est déjà en avance de 8 cm sur l'image, nous ferons notre repère à 23 – 8 = 15 cm **avant** le collage. En conséquence sur le

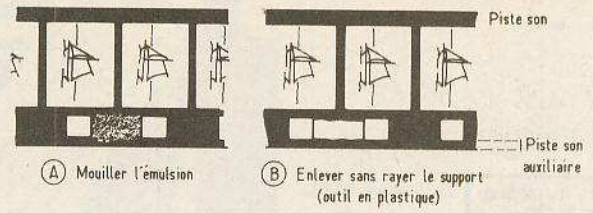


Fig. 6. – Nos repères pratiqués entre les perforations demeurent invisibles et inaudibles à la projection...

bâti de notre visionneuse, nous avons tracé un gabarit par deux traits distants de 15 cm : celui de gauche marqué « C » comme « collage » et celui de droite « R » comme « repère ».

Il est bien évident que si votre capteur est disposé après le deuxième débiteur votre décalage fenêtre-cellule serait à ajouter à ces 23 cm.

Comment faire le marquage ? L'outil est un cutter **en plastique**, facile à façonner sinon utiliser un de ces tournevis à lame en plastique pour régler les potentiomètres ajustables. Une petite goutte de salive sur la « lame » est délicatement déposée sur l'émulsion noire entre deux perforations. Voir **figure 6**. Attendre 5 à 10 secondes puis détacher la gélatine devenue ainsi très tendre, et essuyer avec un tissu sec, surtout pas avec le doigt ! C'est une opération facile, propre et sans bavures.

L'essentiel est de ne **pas rayer le support transparent du film** (ce qui arriverait avec un outil métallique) sinon le film gratté donc dépoli transmettrait beaucoup moins de lumière qu'à travers une perforation, et le circuit électronique ne détecterait pas de repère. (Nous en avons fait la triste expérience...). Pour « effacer » un repère il suffit de le noircir avec un marqueur noir à l'alcool.

La pratique

A la visionneuse faire les repères pour les transistors de disques. Enregistrer d'abord la musique en « fondus sonores simples », c'est-à-dire au signal rouge, baisse du volume à zéro, arrêt du film à la projection du collage, changement de disque, redémarrage du projecteur et remontée du niveau sonore et ainsi de suite. La bande musique terminée, attaquez seulement les commentaires ; le « mixage » pouvant se faire soit par effacement partiel progressif de la musique (« surimpression ») avant de superposer les paroles, ou mieux encore par mixage en re-recording quand le matériel le permet. La précision de l'instant de départ d'un commentaire est bien moins importante que pour les transitions musicales, mais on peut utiliser notre appareil à cet usage en « effaçant » tous les repères musique avant d'en faire de nouveaux.

On ne sonorise qu'un ou trois films par an, alors pour ne pas risquer d'endommager le capteur pendant ces périodes de non-utilisation, rangez-le à l'intérieur du boîtier, sous le circuit imprimé, à côté des piles.

Michel ARCHAMBAULT

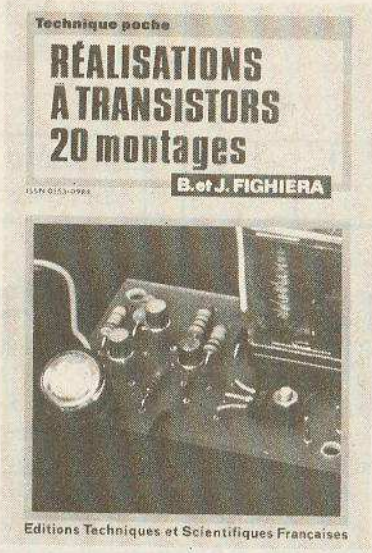
Matériel nécessaire

PT_1 : photo Darlington genre MRD 148, 2N 5777, etc.
T_1 : transistor NPN $\beta \geqslant 300$ (BC 109 C).
T_2 : transistor NPN $\beta \geqslant 100$.
CI_1 et CI_3 : 4011 (quadruple NAND en C-MOS).
CI_2 : 4001 (quadruple NOR en C-MOS).
LED 1 : LED ⌀ 5 mm verte.
LED 2 : LED ⌀ 5 mm rouge.
C_1 : 47 µF/10 V électrochimique au tantale.
C_2, C_3 : 1 µF/10 V tantale.
C_4 : 10 µF/10 V tantale.

Résistances 5 % 1/4 ou 1/2 W :
R_1 : 12 kΩ (marron, rouge, orange).
R_2 : 10 kΩ (marron, noir, orange).
R_3 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge).
R_4 : 10 kΩ (marron, noir, orange).
R_5 : 1 kΩ (marron, noir, rouge).
R_6 : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
R_7 : 18 kΩ (marron, gris, orange).
R_8 : 330 kΩ (orange, orange, jaune).
R_9 : 39 kΩ (orange, blanc, orange).
R_{10} : 390 Ω (orange, blanc, marron).

P_1 : potentiomètre bobiné de 47 Ω.
L : ampoule 3,5 V/0,2 A.
1 circuit imprimé 85 x 60 mm à réaliser.
60 cm de câble méplat blindé.
2 piles plates de 4,5 volts.
K_1 : inter bipolaire à levier.
10 cosses poignards.
1 coffret Teko P/3.

BIBLIOGRAPHIE



REALISATIONS A TRANSISTORS (20 montages)

B. et J. Fighiera

Schémas de principe, implantations des éléments tracés des circuits imprimés, listes des composants sont autant d'éléments destinés à faciliter la tâche de l'amateur qui exprime le désir de réaliser grâce aux « transistors » quelques montages simples et économiques.

Alimentation simple avec filtrage et réglage de la tension – un triangle routier lumineux – un détecteur de verglas – un répétiteur sonore de direction – signalisation acoustique de la mise en service des feux de recul – un radio-tuner – un préamplificateur OC – un relaxateur électronique – un générateur BF à trois transistors – une boîte de mixage – un métronome sonore et lumineux – un préamplificateur à volume constant – utilisez un haut-parleur comme microphone – le statomusic – un seul transistor pour ce temporisateur – une boîte de distorsion avec correcteur de tonalité – un labyrinthe – un détecteur de métaux – un ouvrage-techni-poche nombreux schémas 128 pages. Prix : 21,00 F.

Prix pratiqué par la librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

RENSEIGNEZ-VOUS SUR LA POSSIBILITÉ DE DEVENIR COLLABORATEUR EN NOUS SOUMETTANT UNE MAQUETTE ÉLECTRONIQUE :

ELECTRONIQUE PRATIQUE
2 à 12, rue de Bellevue
75940 Paris Cedex 19

REGULATEUR DE VITESSE

(suite de la page 97)

I – Le principe

Le dispositif complet comprend essentiellement deux parties :

– Une partie électronique assurant la commande et qui est en quelque sorte le « cerveau » du régulateur.

– Une partie « servo-moteur » soumise à l'électronique dont le rôle consiste à agir sur la commande de l'accélération, de façon mécanique.

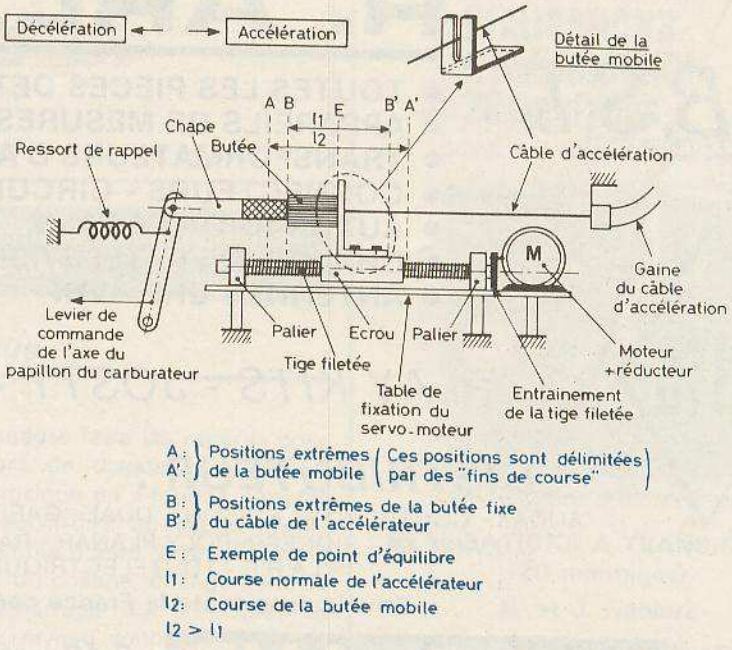
a) Le servo-moteur (fi.g 1)

Un écrou sur lequel se trouve fixée une équerre fendue se déplace sans tourner, le long d'une tige filetée entraînée par un moteur électrique. Cette équerre dans laquelle une fente permet le passage du câble de l'accélérateur au niveau du carburateur constitue une butée mobile, mais uniquement dans le sens « accélération ». Ainsi, et pour des raisons évidentes de sécurité, il est possible à tout moment, en relâchant la pédale d'accélération, de provoquer la mise au ralenti du moteur exactement comme dans le cas de la conduite normale de la voiture. Cette butée mobile se déplace donc dans un sens ou dans l'autre selon les ordres reçus du régulateur électronique. Il suffit donc de conduire pied au plancher (en réalité ce « plancher » est la butée mobile) et de laisser au régulateur le soin de gérer l'allure du véhicule. Si, par exemple, la vitesse programmée est de 90 km/h et qu'il se présente une montée, le pied du conducteur suivra l'enfoncement de la pédale d'accélération de la valeur déterminée par le régulateur. Si, au contraire, la voiture aborde une descente, le pied du conducteur se trouvera repoussé.

On avouera qu'il n'est guère possible d'imaginer une conduite plus agréable et plus tranquille...

Par ailleurs, et pour des raisons qui seront données plus loin, la rotation de la tige filetée dans un sens ou dans l'autre, peut s'effectuer à une vitesse que nous considérerons comme normale, ou à demi-vitesse.

Enfin, la course de cette butée est supérieure à la course habituelle de la chape commandant le levier du papillon du carburateur et se trouve limitée par des micro-contacts de fin de course, de part et d'autre. Le simple fait de couper le dispositif, a pour conséquence immédiate la



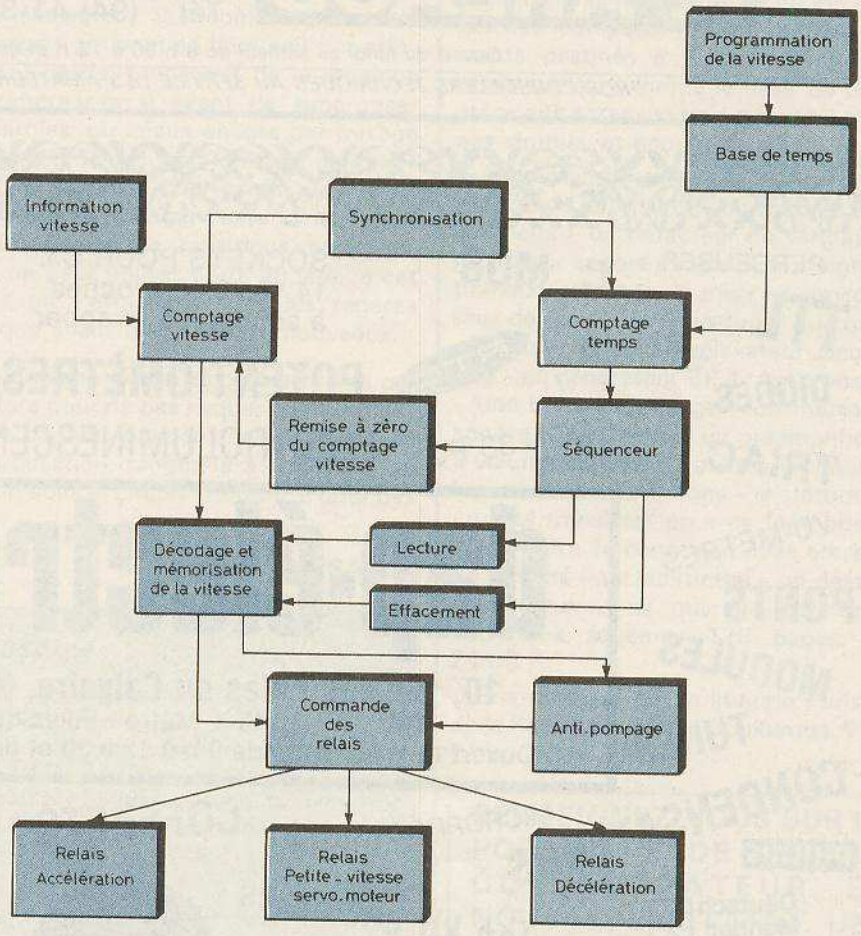


Fig. 1. et 2. – Schéma mécanique simplifié du servo-moteur destiné à agir sur le câble d'accélération synoptique complet du montage en question.

mise de la butée mobile en position extrême d'accélération, si bien que la voiture pourra se conduire de façon tout à fait classique ; la régulation étant dans ce cas hors service.

b) Le régulateur électronique (synoptique en fig. 2)

L'information vitesse se trouve détectée au niveau de la bobine du système d'allumage de la voiture, sous forme de signaux mis en forme et envoyés vers un système de comptage.

Parallèlement à ce comptage, une base de temps produisant des signaux de fréquence programmable est acheminée vers un deuxième système de comptage constituant un séquenceur. Un dispositif de synchronisation relie ces deux comptages. Ce séquenceur, à des laps de temps réguliers, effectue trois opérations fondamentales :

- l'effacement de la valeur de la vitesse enregistrée hors du cycle précédent ;
- la lecture de la valeur de la vitesse pour le cycle en cours ;
- la remise à zéro du compteur de vitesse.

Les valeurs « lues » au niveau du compteur-vitesse sont mémorisées, décodées et après traitement, assurent la commande de trois relais disposés au niveau du servo-moteur. Il s'agit des relais commandant :

- l'accélération
- la décélération
- la vitesse normale ou réduite de la tige filetée du servo-moteur.

Enfin, un dispositif « anti-pompage » dont la mission sera décrite au chapitre suivant, complète ce régulateur.

II – Fonctionnement électronique

a) Alimentation (fig. 3)

Elle est naturellement fournie par la batterie de la voiture sous la forme d'un courant dont la tension peut varier de 12 V à 14 V ou 15 V. Il s'agit d'une tension non régulée désignée par 12 V NR sur le schéma. Étant donné que le fonctionnement du régulateur repose essentiellement sur l'emploi de circuits intégrés de technologie MOS, il est absolument indispensable de créer une tension parfai-

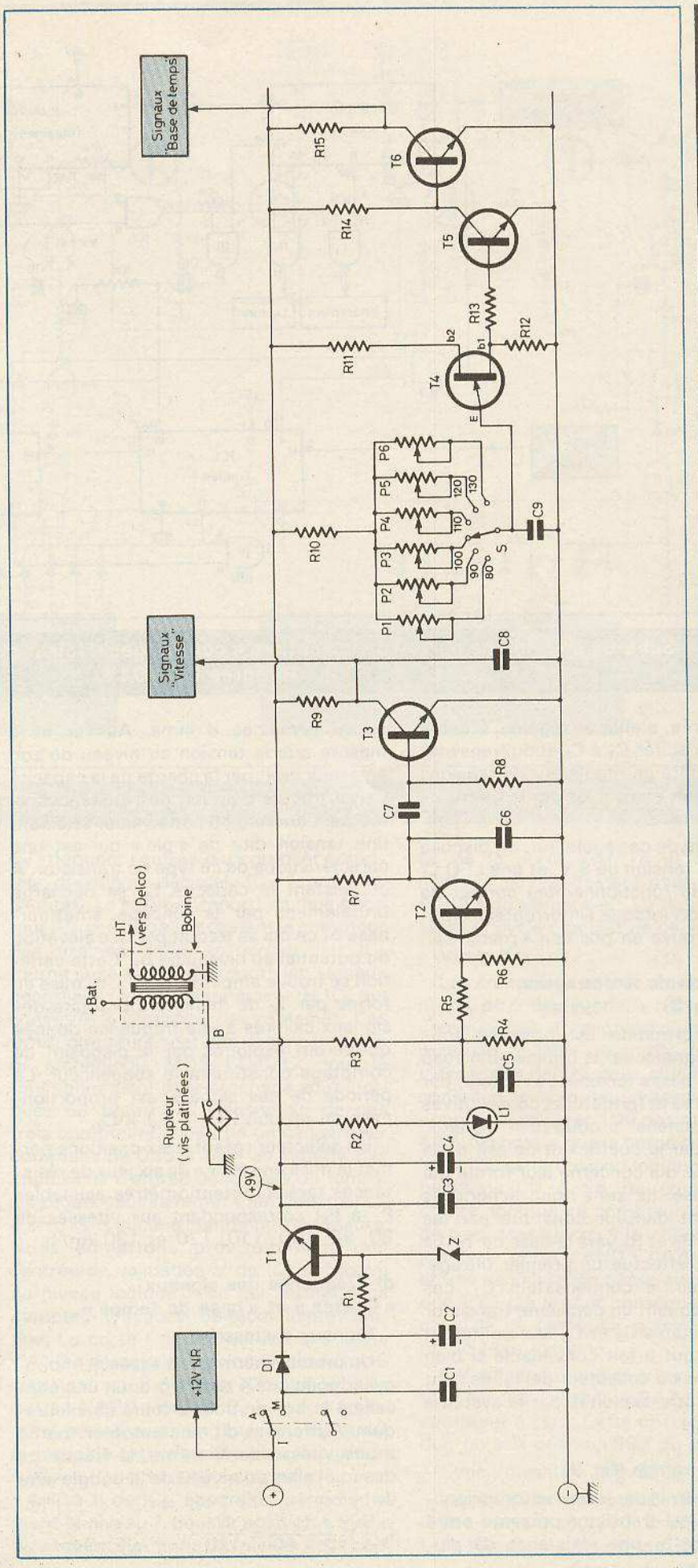


Fig. 3. – Section électronique construite autour de quelques transistors et regroupant l'alimentation, la détection de l'information vitesse et la base de temps. Diverses résistances ajustables mise en service par le truchement d'un contacteur permettront de se caler sur la vitesse de croisière désirée correspondant au profil de la réglementation en vigueur.

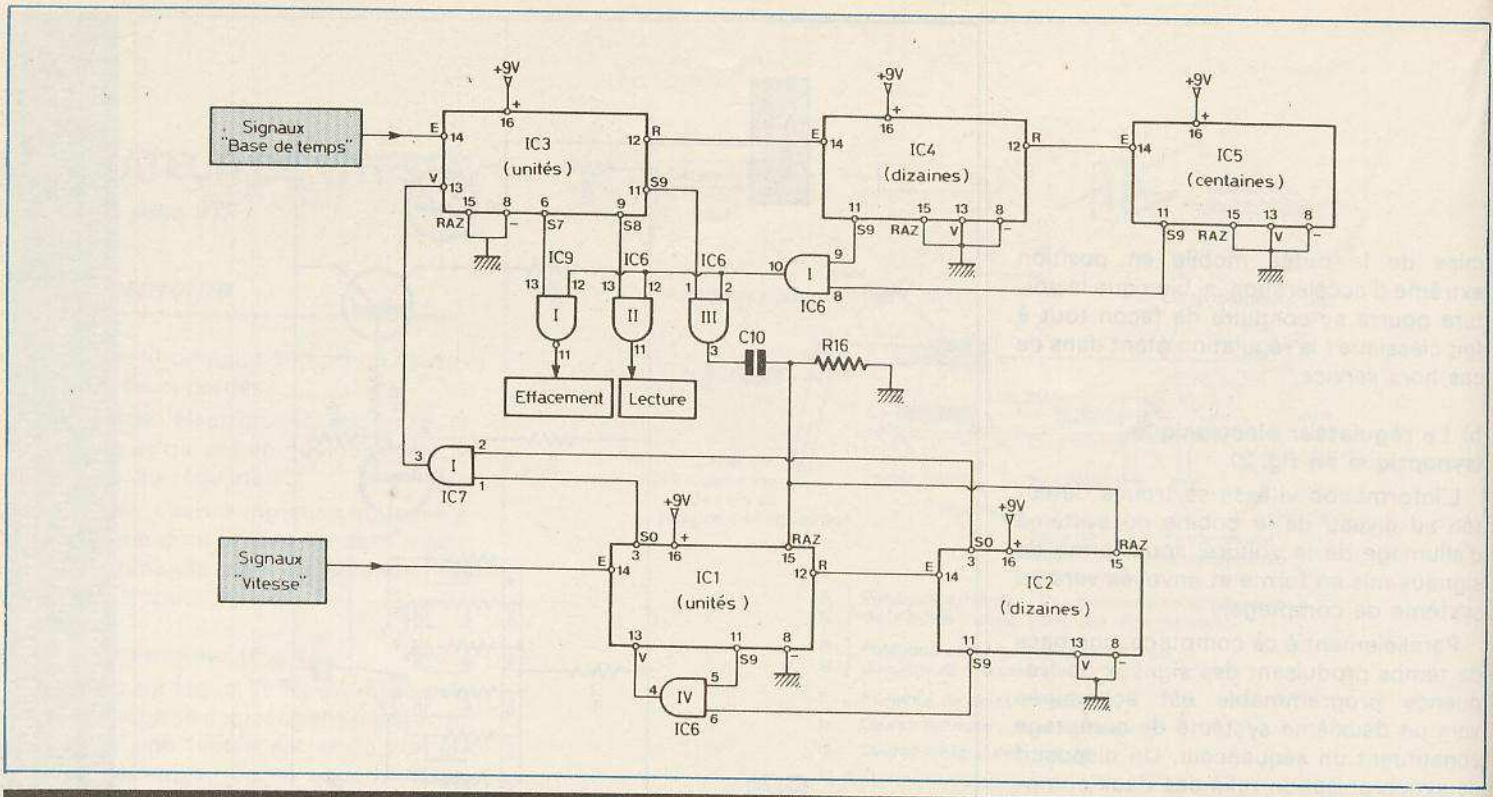


Fig. 4. – Schéma de principe partiel de la section, « comptages » faisant essentiellement appel à des circuits intégrés CD 4017.

tement filtrée, stable et régulée. C'est le rôle des capacités C_1 à C_4 et du transistor NPN T_1 monté en régulateur de tension ; cette dernière étant fixée par la valeur de la diode zener Z.

A la sortie de ce régulateur, on dispose donc d'une tension de 9 V, et une LED L_1 témoigne du fonctionnement correct de l'alimentation lorsque l'interrupteur bipolaire I se trouve en position « marche ».

b) Détection de l'information vitesse (fig. 3)

Cette information est prélevée sous forme de signaux sur la bobine au niveau de la partie basse tension. Le rupteur, par les ouvertures et fermetures consécutives des vis platinées, produit des signaux, influencés par le coefficient de self de la bobine en ce qui concerne leur forme qui est... affreuse. Ils sont donc acheminés sur un point diviseur constitué par les résistances R_3 et R_4 vers la base de T_2. La capacité C_5 effectue un premier filtrage. Enfin, et par le condensateur C_7, ces signaux attaquent un deuxième transistor T_3. Les capacités C_6 et C_8 leur confèrent une allure tout à fait convenable si bien qu'au niveau du collecteur de T_3, ils sont aptes pour être exploités par le système de comptage.

c) Base de temps (fig. 3)

Elle est fournie par le transistor unijonction T_4. Un tel transistor présente entre ses bases b_2-b_1 une résistance de plusieurs centaines d'ohms. Au fur et à mesure que la tension au niveau de son émetteur croît par la charge de la capacité C_9 au travers d'un jeu de résistances, le moment arrivera où cette valeur atteindra une tension dite de « pic » qui est une caractéristique de ce type de transistor. A cet instant la capacité C_9 se décharge brutalement par la jonction émetteur-base b_1 ce qui se traduit par une élévation du potentiel au niveau de b_1. Cette variation se trouve amplifiée par T_5, et mise en forme par T_6 de manière à produire des signaux calibrés à une fréquence donnée qui seront exploités par le dispositif de comptage constituant le séquenceur. La période de ces signaux est proportionnelle au produit $(R_{10} + P_n) \times C_9$.

Un sélecteur rotatif à six positions permet la mise en service de six jeux de résistances tarées (potentiomètres ajustables P_1 à P_6) correspondant aux vitesses de 80, 90, 100, 110, 120 et 130 km/h.

d) Fréquence des signaux « vitesse » et « base de temps »

– Signaux « vitesse »

Un moteur thermique à essence, monocylindrique et à 4 temps produit une étincelle à la bougie pour 2 tours de vilebrequin. Autrement dit, si ce moteur tourne à une vitesse de N tr/mn, la fréquence des étincelles au niveau de la bougie sera de :

$$f_{e/s} \times \frac{N}{2 \times 60} = \frac{N}{120}$$

Étant donné que nous avons affaire, dans la majeure partie des cas à des moteurs 4 temps et 4 cylindres, il est évident que la fréquence des étincelles que nous désignerons f_c (fréquence comptage) s'exprime par la relation :

$$f_c = \frac{N \times 4}{120} \Rightarrow f_c = \frac{N}{30}$$

A titre d'exemple, un moteur tournant à 3000 tr/mn, aura ainsi une fréquence de comptage de 3000/30 = 100 Hz.

– Signaux « base de temps »

Nous verrons au paragraphe suivant que le comptage « vitesse » est divisé en 100 points, alors que le comptage « base de temps » se trouve divisé en 1000 points. En conséquence, lorsque le véhicule se déplace à la vitesse programmée et qu'il y a équilibre entre vitesse et base de temps, la fréquence de la base temps f_t devra être 1000/100 = 10 fois supérieure à f_c. Soit $f_t = 10\ f_c$ ou encore :

$$f_t = \frac{N}{3}$$

En reprenant l'exemple du moteur tournant à 3000 t/mn, la fréquence des signaux disponibles au niveau de la base de temps sera donc de 3000/3 = 1000 Hz = 1 kHz.

– Cas particulier du moteur 6 cylindres

La fréquence des étincelles dans ce type de moteur est de $f_c = N \times 6/120$ soit $f_c = N/20$ d'où $f_t = N/2$. En consé-

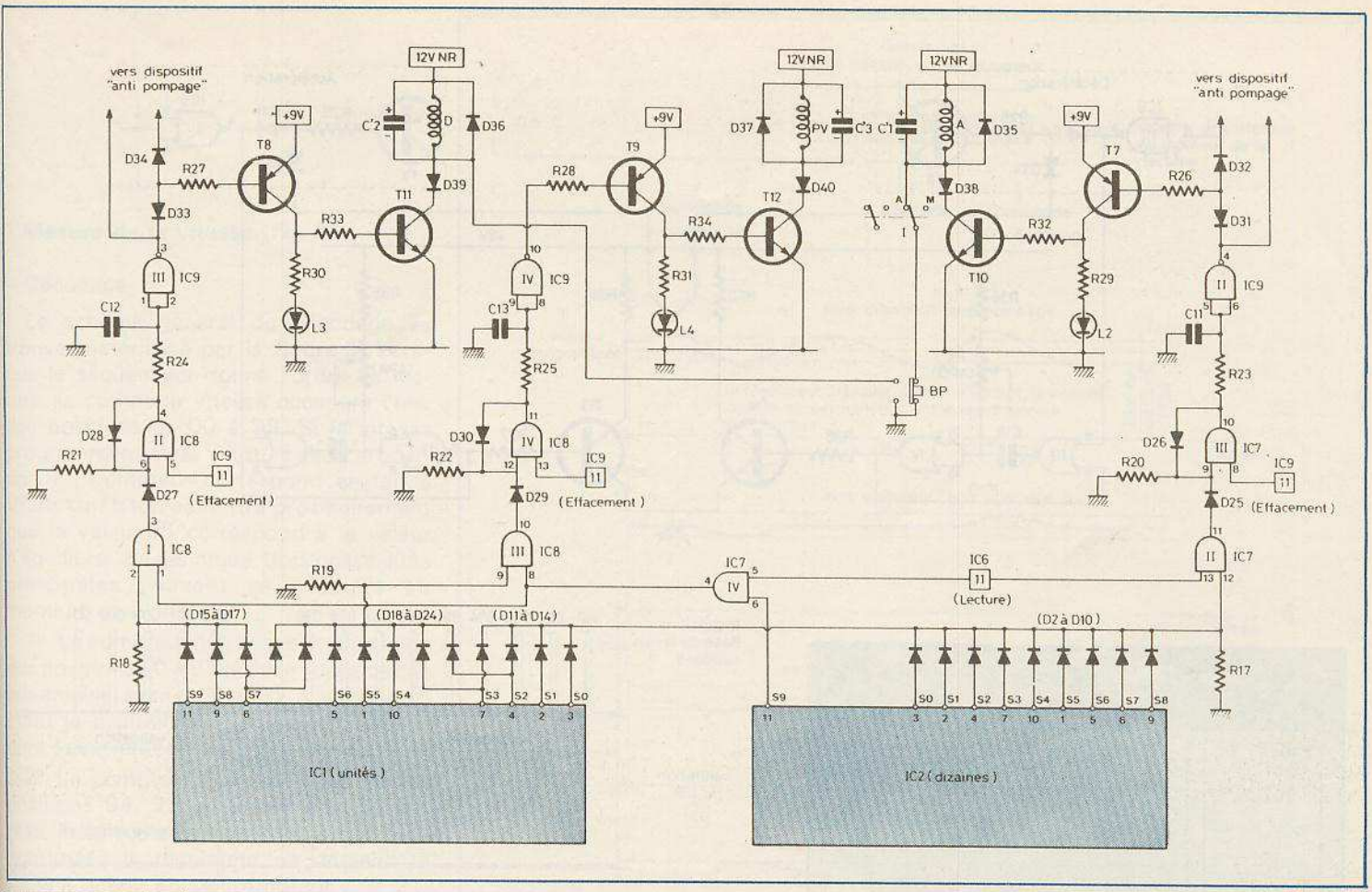


Fig. 5. – Section électronique des dispositifs de décodages et de commande des relais.

quence, en gardant les mêmes valeurs de R_{10} et des ajustables P_1 à P_6, le régulateur peut parfaitement s'adapter à ce type de moteur en remplaçant la valeur de C_9 par une valeur différente qui peut se déterminer de la façon suivante :

$$\left.\begin{aligned} f_t^{(4)} &= \frac{N}{3} = T^{(4)}{}_t = \frac{3}{N} \\ f_t^{(6)} &= \frac{N}{2} = T^{(6)}{}_t = \frac{2}{N} \end{aligned}\right\} \Longrightarrow$$

$$= \frac{T_t^{(6)}}{T_t^{(4)}} = 2/3 \Longrightarrow$$

$$= \frac{k\,(R_{10} + P_n)\,C_9^{(6)}}{k\,(R_{10} + P_n)\,C_9^{(4)}} = 2/3$$

d'où $C_9^{(6)} = \frac{2}{3} C_9^{(4)}$

Comme C_9 = 10 nF pour le moteur 4 cylindres, il suffit de prendre $C_9 = 2/3$ 10 nF = 6,6 nF. En pratique, on prendra C_9 = 6,8 nF. Ce sera le seul composant à substituer dans le montage décrit dans cet article.

e) Comptages (fig. 4)

- Base de temps - séquenceur

Les signaux recueillis au collecteur de T_6 attaquent l'entrée d'un premier compteur-décodeur décimal IC_3 (compteur d'unités). La sortie R (report) attaque à son tour IC_4, qui de ce fait devient le compteur des dizaines. Enfin, en dernier lieu, IC_4 fournit à sa sortie de report les signaux nécessaires au fonctionnement de IC_5 qui constitue le compteur des centaines. Ces trois compteurs sont des circuits intégrés de technologie MOS CD4017 dont le fonctionnement et le brochage sont indiqués en **figure 11**. L'ensemble de ces trois compteurs constitue un séquenceur comptant de 000 à 999 au rythme des impulsions d'entrée de la base de temps. Ce séquenceur se remet « naturellement » à zéro sans aucune commande extérieure. Nous admettons provisoirement que l'entrée de validation V de IC_3 se trouve au niveau logique 0, ce qui permet à ce compteur d'avancer de façon ininterrompue. La porte I de IC_6 qui est une porte « AND » détecte la position particulière : 9 centaines et 9 dizaines. Combinée à la porte « NAND » de I de IC_9, on verra apparaître périodiquement le niveau logique 0 la sortie de cette dernière pour la position « 997 ». Par contre, à la sortie de la porte « AND » II de IC_6, apparaîtra périodiquement le niveau 1 pour la position « 998 » du séquenceur. Enfin, au niveau de la sortie de la porte « AND » III de IC_6, ce niveau 1 se manifestera pour la position « 999 » du séquenceur. La **figure 7** représente le cycle complet de ce séquenceur.

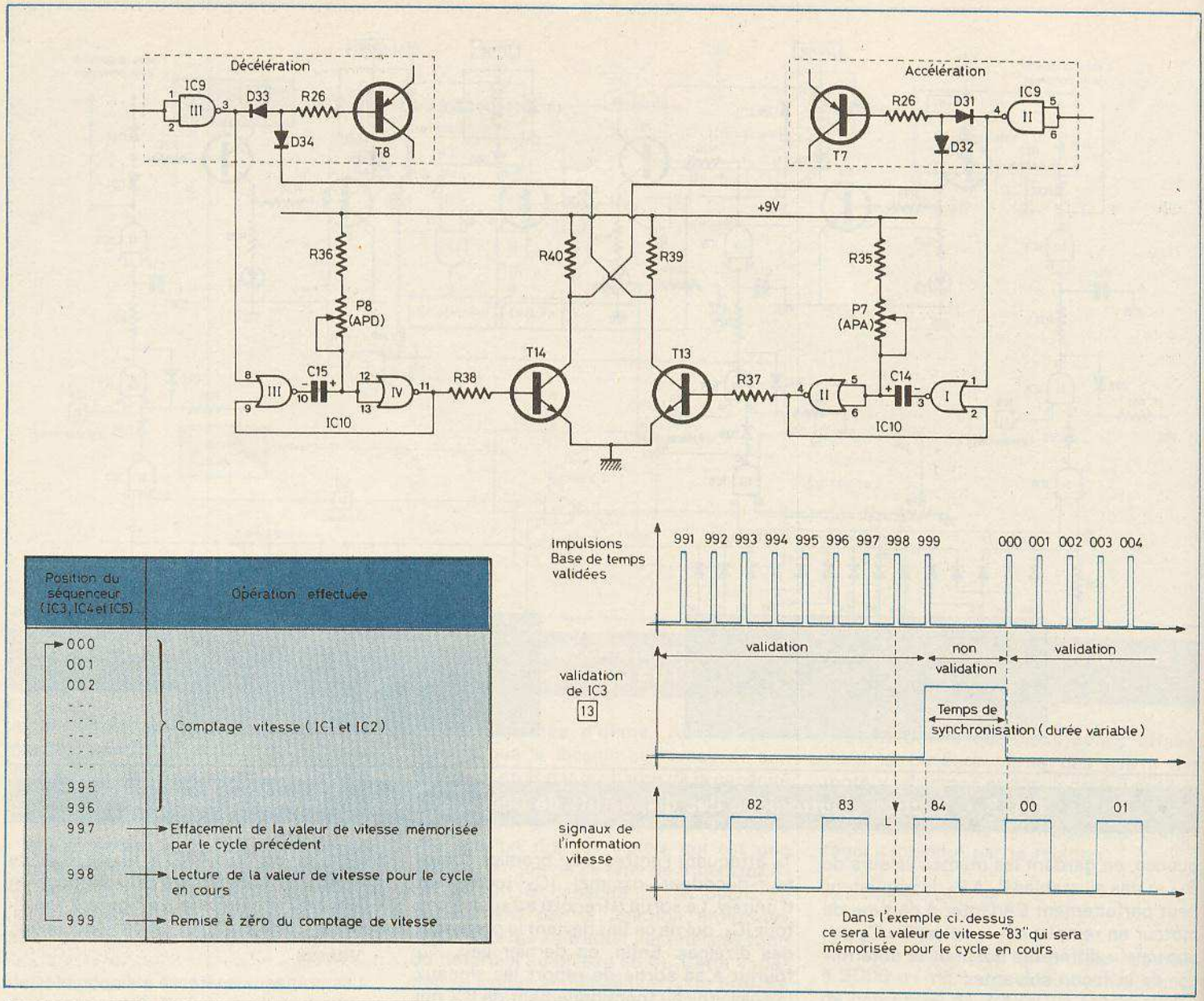
- Vitesse

Les créneaux « vitesse » disponibles au niveau du collecteur de T_3 font avancer un compteur IC_1 (compteur d'unités) commandant à son tour IC_2 (centaines). L'ensemble de ces deux circuits intégrés constitue le compteur vitesse, qui peut donc ainsi occuper 100 positions : de 00 à 99. On notera que la borne de validation V de IC_1 est au niveau logique 0 pour les positions 00 à 98 du compteur. Par contre, lorsque ce compteur a l'occasion de « pousser » jusqu'à la valeur 99, par le jeu de la porte « AND » IV de IC_6, cette entrée de validation passe au niveau logique 1 ce qui a pour conséquence le blocage de ce compteur pour cette valeur particulière extrême.

Par ailleurs, une brève impulsion positive sur les entrées « RAZ », remet ce compteur à zéro. Cette opération se produit pour la position 999 du séquenceur.

- Synchronisation **(fig. 8)**

Lorsque le compteur vitesse vient d'être remis à zéro (00) la porte « AND » I de IC_7 envoie un niveau logique 1 sur



Position du séquenceur (IC3, IC4 et IC5)	Opération effectuée
000	Comptage vitesse (IC1 et IC2)
001	
002	

995	
996	
997	Effacement de la valeur de vitesse mémorisée par le cycle précédent
998	Lecture de la valeur de vitesse pour le cycle en cours
999	Remise à zéro du comptage de vitesse

Fig. 6. à 8. – Schéma de principe de la partie « anti-pompage ». Tableau résumant le cycle complet du séquenceur. Synchronisation des comptages « vitesse-temps ».

l'entrée de validation du séquenceur, ce qui provoque son blocage. Ce blocage subsiste tant que le compteur vitesse n'a pas reçu l'impulsion de commande suivante qui le fait passer en position 01. Dès cet instant, le séquenceur pourra reprendre son cycle.

En définitive, il s'agit bien d'une synchronisation puisque le séquenceur « attend » le bon moment pour démarrer, de façon à pouvoir (comme nous le verrons plus loin) assurer une lecture correcte et à des intervalles de temps réguliers, de la valeur de la vitesse ; le « top de départ » étant toujours fourni par le front positif du premier créneau en provenance de l'information vitesse.

Le rôle de la capacité C_{10} et de la résistance R_{16} est très important. En effet, au moment où le séquenceur occupe la position 999, si la sortie de la porte III attaquait directement l'entrée RAZ du compteur vitesse, ce dernier se mettant à zéro, il se produirait le phénomène suivant :

– mise au niveau logique 1 de la validation du séquenceur ;

– blocage de ce dernier sur la position 999 ;

– maintenance du niveau logique 1 sur l'entrée RAZ du compteur vitesse ;

– blocage permanent et définitif de ce dernier.

En somme le système ne saurait fonctionner ce qui serait très regrettable... Grâce à C_{10}, au début de l'apparition du niveau logique 1 sur la porte III de IC_6, cette information est immédiatement transmise aux entrées RAZ du compteur vitesse qui se met ainsi à zéro. Par la suite C_{10} se charge à travers R_{16} si bien que peu de temps après (quelques μs) ces entrées RAZ passent à nouveau au niveau logique 0, alors que le séquenceur occupe toujours la position 999. Par ailleurs, le compteur vitesse ne se trouve plus en position de blocage et la catastrophe est évitée...

Enfin, C_{10} se décharge et se trouve ainsi prête pour la RAZ suivante. A 3000 tr/mn, la fréquence des cycles du séquenceur est de 1 Hz, comme nous l'avons vu au paragraphe précédent. A 6000 tr/mn du moteur, cette fréquence est donc de 2 Hz. Autrement dit, un relevé et un contrôle de la vitesse du véhicule se produisent donc toutes les secondes à 3000 tr/mn et toutes les demi-secondes à 6000 tr/mn.

f) Mesure de la vitesse (fig. 5)

- Décodage

Le schéma général de décodage se trouve matérialisé par la **figure 9**. Lorsque le séquenceur donne l'ordre de lecture, le compteur vitesse occupera l'une des positions de 00 à 99. Si la vitesse programmée est de V km/h, chaque position du compteur correspond en fait à V/95 km/h (on admettra provisoirement que la valeur 95 correspond à la valeur d'équilibre). En définitive, trois possibilités principales peuvent se produire au moment de la lecture :

1° Le compteur de vitesse occupe l'une des positions 00 à 93 incluse : dans ce cas le véhicule avance à p/95 × V km/h (p étant la position) : le régulateur demandera l'accélération au servo-moteur.

2° Le compteur de vitesse occupe les positions 94, 95 ou 96. A environ 3 % près, le véhicule avance à la vitesse programmée : le régulateur ne demandera aucune action au servo-moteur.

3° Le compteur de vitesse occupe les positions 97, 98 ou 99 : le véhicule avance à p/95 × V km/h. Le régulateur demandera au servo-moteur de décélérer.

Lorsque la vitesse est très largement supérieure à 99/95 × V, la réaction sera identique à celle existant en position 99 étant donné que cette position est une position de blocage ainsi que nous l'avons examiné au paragraphe précédent.

Par ailleurs, les positions 92 à 98 (7 positions) commandent au servo-moteur d'évoluer à vitesse réduite (petite vitesse). La raison est évidente : il s'agit de produire de très légères « retouches » au niveau de l'accélération ou de la décélération.

Les trois positions 94, 95 ou 96, considérées comme correspondant à un état d'équilibre, commandent malgré tout le relais PV. Cette disposition a été adoptée par l'auteur pour deux raisons :

- éviter le battement inutile de ce relais
- assurer, comme nous le verrons plus loin, l'affichage lumineux de l'équilibre.

On remarquera par ailleurs que le schéma de décodage retenu donne une tolérance d'environ ± 1,5 % de la vitesse théorique affichée. Cette précision est largement suffisante en pratique et évite le travail continuel du servo-moteur dans le cas de la circulation en terrain plat.

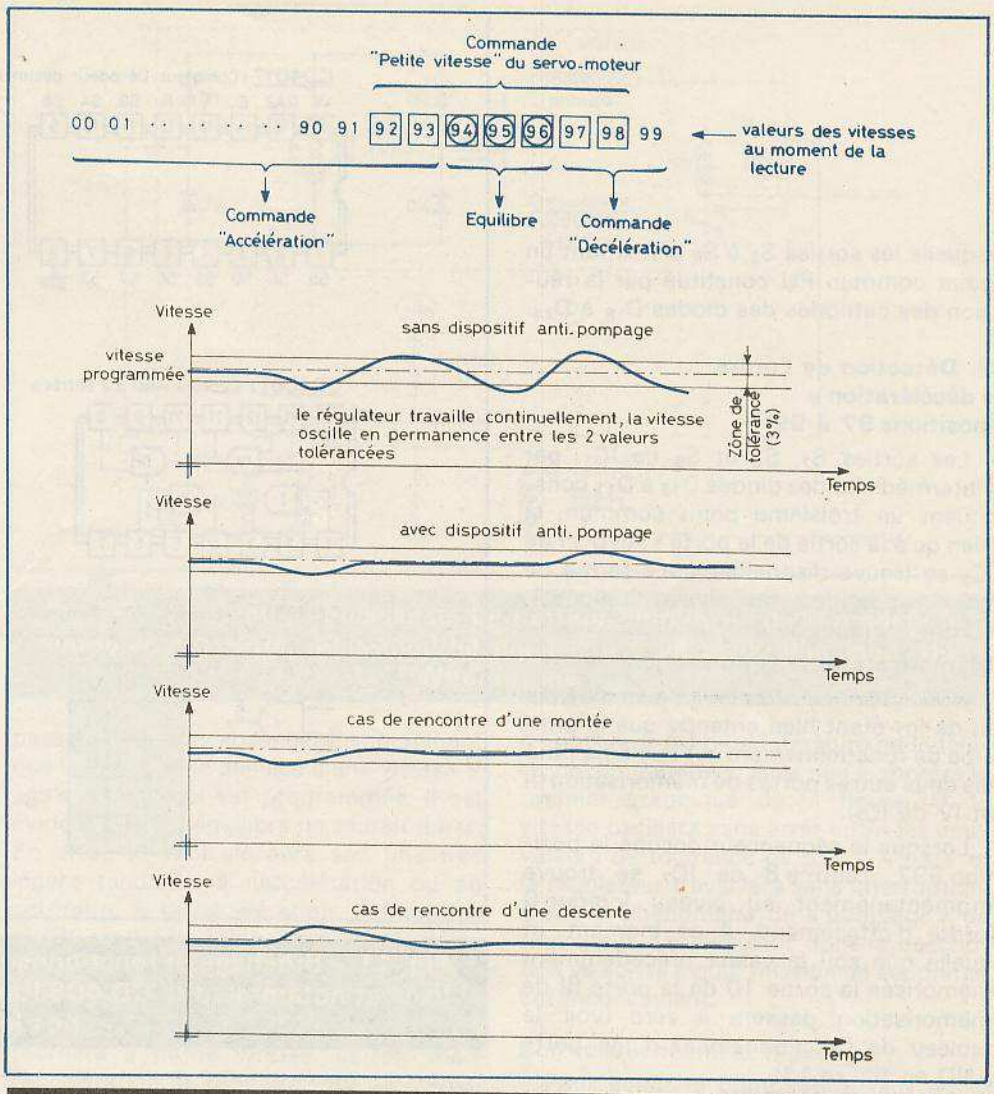


Fig. 9. et 10. – Schéma de décodage suivant la valeur de vitesse lue et mémorisée. Rôle du dispositif anti-pompage (fonctionnement sur route en palier).

LECTURE DE LA VITESSE

1. Détection de l'ordre « accélération » (positions 00 à 93 du compteur de vitesse)

Les sorties S_0 à S_8 de IC_2 (dizaines) sont reliées à des diodes dont les cathodes se trouvent réunies en un point commun. Cette disposition permet déjà de détecter les positions allant de 00 à 89.

Les sorties S_0 à S_3 de IC_1 (unités) se trouvent également réunies par un groupement de diodes à ce même point commun, si bien que les positions allant de 90 à 93 se trouvent également détectées.

L'ensemble de ce groupement « accélération » est relié à l'une des entrées de la porte « AND » II de IC_7. L'autre entrée se trouve branchée sur la sortie de la porte « AND » II de IC_6 qui achemine l'ordre de lecture émanant du séquenceur. Ainsi, si le compteur vitesse occupe l'une des positions allant de 00 à 93 au moment où a lieu l'ordre de lecture, on constatera une brève apparition du niveau logique 1 à la sortie de la porte « AND » II de IC_7.

La présence de R_{17} est indispensable ; l'entrée d'une porte ne doit jamais être laissée « flottante » dans le cas d'utilisation de circuits intégrés de technologie MOS.

2. Détection de l'ordre « petite vitesse du servo-moteur » (positions 92 à 98)

La porte « AND » IV de IC_7 dont l'une des entrées se trouve reliée à S_9 de IC_2 est chargée de détecter les positions supérieures à 89 (en excluant 90 à 93 comme nous le verrons). L'autre entrée de cette même porte étant reliée à la sortie de la porte de lecture, il en découle la détection de l'ordre « PV » à la sortie de la porte « AND » III de IC_8, également sous forme de brève apparition du niveau logique 1, si le compteur occupe bien entendu, l'une des positions allant de 92 à 98 au moment de la lecture. C'est la raison pour

laquelle les sorties S_2 à S_8 alimentent un point commun PU constitué par la réunion des cathodes des diodes D_{18} à D_{24}.

3. Détection de l'ordre « décélération » (positions 97 à 99)

Les sorties S_7, S_8 et S_9 de IC_1, par l'intermédiaire des diodes D_{15} à D_{17} constituent un troisième point commun, si bien qu'à la sortie de la porte « AND » I de IC_8 se trouve disponible, sous forme de brève apparition du niveau logique 1, l'ordre éventuel de décélération.

Mémorisation de l'information

Nous raisonnerons sur la porte « AND » III de Ic_7 étant bien entendu que le principe de fonctionnement est le même pour les deux autres portes de mémorisation (II et IV de IC_8).

Lorsque le séquenceur occupe la position 997, l'entrée 8 de IC_7 se trouve momentanément au niveau logique 0 (ordre d'effacement). A ce moment, et quelle que soit la valeur précédemment mémorisée la sortie 10 de la porte III de mémorisation passera à zéro (voir le tableau de fonctionnement d'une porte AND en **figure 11**).

Par la suite, cette entrée d'effacement repasse au niveau 1 aussitôt que le séquenceur occupe la position 998 qui est la position de lecture. Deux possibilités peuvent se présenter :

1° Une brève apparition du niveau 1 a lieu à la sortie de la porte II de IC_7 :

Le niveau 1 se répercute aussitôt à la sortie de la porte de mémorisation et la maintenance de ce niveau est assurée grâce à D_{26} qui réinjecte ce niveau sur l'entrée. Ce niveau reste maintenu jusqu'au prochain effacement.

2° Cette apparition du niveau 1 ne se produit pas (parce que le compteur de vitesse occupe une position ne devant pas donner lieu à l'accélération).

La sortie de la porte de mémorisation reste au niveau logique 0.

Ainsi, lorsque pendant plusieurs cycles, le niveau logique 1 est disponible à la sortie de la porte de mémorisation, ce niveau disparaîtra tout de même pendant un bref instant au moment où le séquenceur donne l'ordre d'effacement. Ceci est gênant pour la suite des opérations. Pour éviter ce désagrément, la sortie de la porte de mémorisation se trouve reliée à l'entrée d'une porte inverseuse NAND par

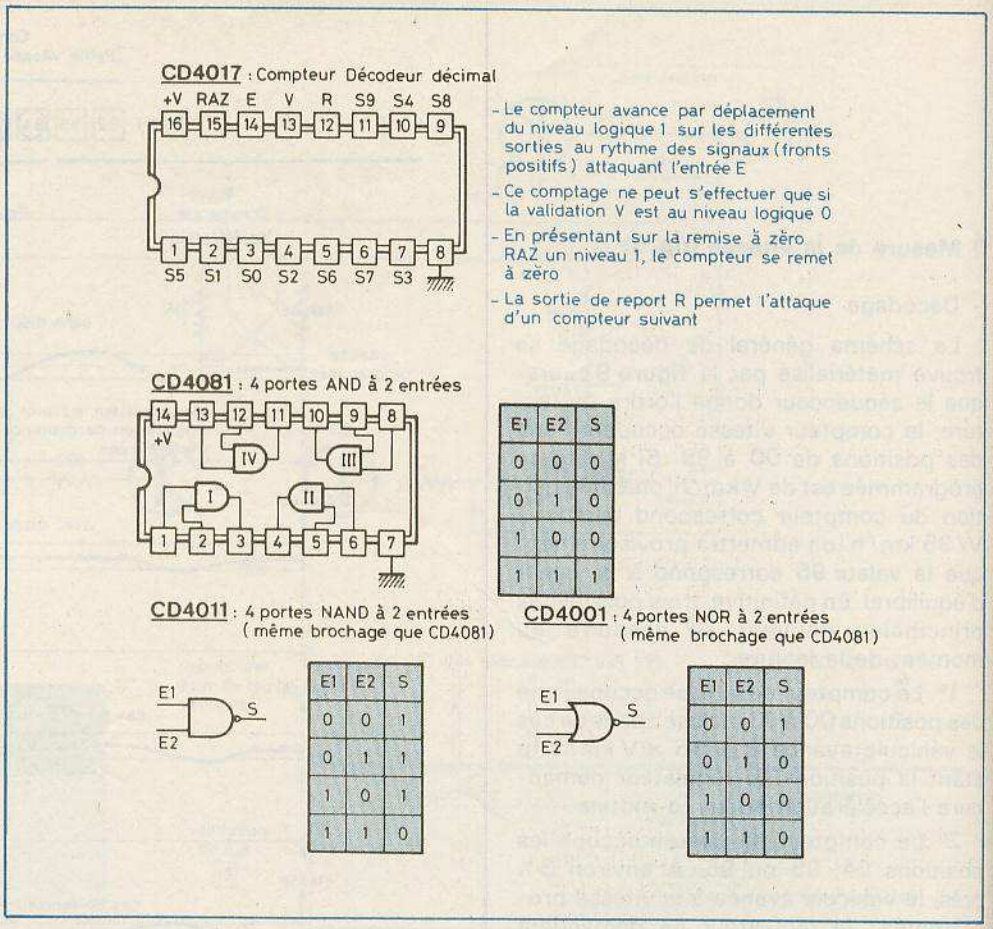


Fig. 11. – Brochage et fonctionnement des divers circuits intégrés utilisés et notamment le CD 4081 analogue au CD 4011 bien connu de nos lecteurs.

l'intermédiaire de R_{23}. Tant que le niveau logique 1 subsiste à la sortie de la porte de mémorisation, la capacité C_{11} se trouve en état de charge. Lorsque ce niveau 1 disparaît temporairement, la charge emmagasinée par CC_1 assure le maintien du niveau 1 à l'entrée de la porte NAND II de IC_9, pendant un temps légèrement supérieur à la durée de l'ordre d'effacement.

En définitive et en guise de résumé de ce paragraphe, on obtient donc au niveau de la sortie des portes NAND les résultats suivants :

Commande des relais et signalisation

A titre d'exemple, nous prendrons le cas du relais « accélération » étant entendu que les deux autres relais fonctionnent de façon tout à fait analogue.

Aussitôt que le niveau logique 0 apparaît à la sortie de la porte inverseuse NAND II de IC_9, il s'établit un courant émetteur-basse dans le transistor PNPT7, ce qui a pour conséquence l'allumage de L_2 (LED de couleur verte) signalant que le régulateur demande au servo-moteur d'accélérer.

Position du compteur Vitesse au moment de la lecture	Niveau logique de la sortie de la porte NAND		
	II (Accélération)	III (Décélération)	IV (Petite vitesse)
00 à 91	0	1	1
92 et 93	0	1	0
94 à 96	1	1	0
97 et 98	1	0	0
99	1	0	1

Par ailleurs, T_{10} devient passant, ce qui a pour conséquence la fermeture du relais A (accélération). La diode D_{35} protège le transistor T_{10} des effets de self du bobinage du relais.

Cette diode est montée sur le circuit imprimé du module régulateur. Par contre la capacité C'_1 est montée directement aux bornes du bobinage du relais sur le module « Servo-moteur ». Sa présence s'est avérée indispensable lors des essais, et évite les effets perturbateurs dus à la self induction, acheminés par le câble multiconducteurs reliant les deux modules.

Rôle de l'interrupteur bipolaire I

Son rôle est double. D'une part, il assure la mise en service du module « régulateur » en établissant son alimentation. D'autre part, lorsqu'il se trouve en position « arrêt », il relie systématiquement la polarité négative du relais « accélération » à la masse. En conséquence, le servo-moteur se place d'office dans la position « accélération maximale », ce qui permet la conduite normale de la voiture.

Rôle du bouton-poussoir BP (décélération)

Lorsque le conducteur arrête provisoirement son régulateur, par exemple lors du passage dans une agglomération équipée de feux rouges, nous venons de voir que le servo-moteur se place dans une position « hors service ». En reprenant la route, il s'agit de remettre la butée mobile du servo-moteur en contact avec la butée fixe de l'accélérateur. Deux possibilités se présentent :

1° Mettre le régulateur en marche et rouler intentionnellement à une vitesse supérieure à la vitesse programmée. Dans ce cas la butée mobile viendra d'elle-même vers la butée du câble d'accélération. Cette opération demande cependant un certain temps et demande un léger dépassement de la vitesse.

2° Agir sur BP sans mettre I en marche. Le relais décélération se ferme. Aussitôt que l'on sent l'action de la butée au niveau de la pédale d'accélération, il suffira de relâcher BP et de mettre I en position de marche. Le régulateur jouera aussitôt son rôle normal.

g) Anti-pompage

Son rôle **(fig. 10)**

Afin de comprendre la nécessité de ce dispositif, il convient d'examiner ce qui se passerait en son absence. En imaginant que le véhicule se déplace à une vitesse V égale à celle qui est programmée, il est évident que cet équilibre ne saurait durer. En effet, le véhicule aura soit une très légère tendance à l'accélération ou au contraire, à la décélération. Admettons que la tendance soit celle de la décélération. Aussitôt que la vitesse atteindra la valeur V – 1,5 % de V, il se produira une demande d'accélération, le servo-moteur tournera à petite vitesse, certes, mais l'accélération se produira tout de même. Cette demande d'accélération sera supprimée dès que la vitesse du véhicule entre de nouveau dans la plage légèrement supérieure à V – 1,5 % de V. C'est à ce moment qu'entre en jeu l'inertie de la voiture. En fait, la vitesse de la voiture continuera de croître jusqu'au moment où elle atteindra la valeur V + 1,5 % de V.

Le régulateur demandera alors au servo-moteur de décélérer. Cette demande de décélération cessera au moment où la vitesse du véhicule atteindra une valeur légèrement inférieure à V+ 1,5 % de V. Mais, là également, à cause de l'inertie du véhicule, la décélération réelle de ce dernier se poursuivra et la vitesse retombera à nouveau à la limite inférieure de la tolérance. En définitive, ainsi que le montre le premier graphique de la **figure 10**, la vitesse oscillera sans arrêt entre les deux valeurs de tolérance de ± 1,5 % de V et le régulateur travaillera sans interruption. C'est le phénomène de « pompage » du régulateur. Le dispositif dont la description va suivre a pour mission de supprimer cet inconvénient.

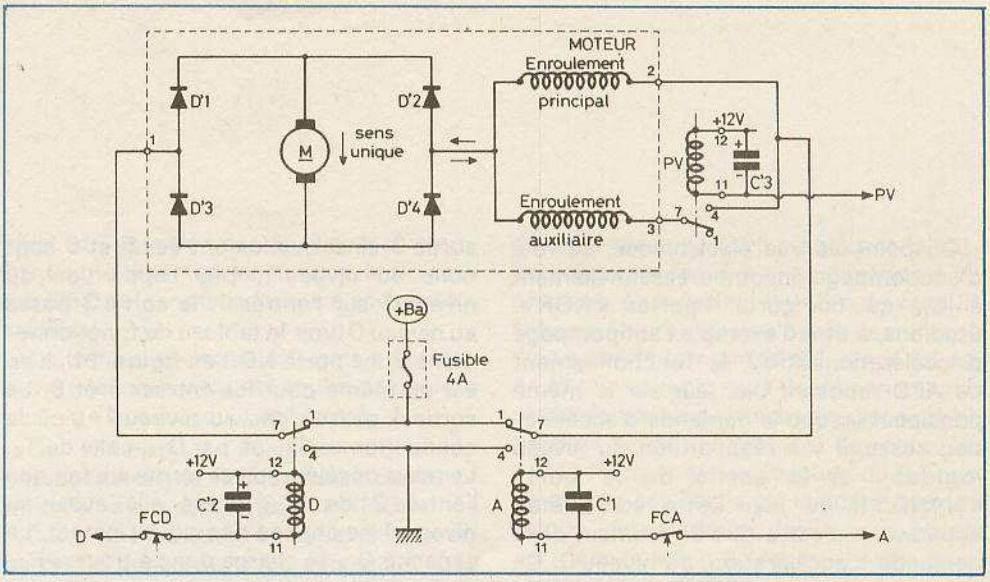


Fig. 12. – Circuit de puissance. Le moteur employé est un modèle à enroulement série, mais modifié par la mise en place d'un pont de Wheatstone.

Mais là également, à cause de l'inertie du véhicule, la décélération réelle de ce dernier se poursuivra et la vitesse retombera à nouveau à la limite inférieure de la tolérance. En définitive, ainsi que le montre le premier graphique de la **figure 10**, la vitesse oscillera sans arrêt entre les deux valeurs de tolérance de ± 1,5 % de V et le régulateur travaillera sans interruption. C'est le phénomène de « pompage » du régulateur. Le dispositif dont la description va suivre a pour mission de supprimer cet inconvénient.

Son fonctionnement **(fig. 6)**

Pour éviter le pompage, il faut donc, une fois que l'ordre d'accélération ou de décélération a cessé, créer une réaction de sens contraire à celle qui vient de se produire, mais inférieure en valeur absolue.

Ainsi, en reprenant l'exemple de la voiture dont la vitesse chute à une valeur légèrement inférieure à V – 1,5 % de V (par suite d'une légère augmentation du vent contraire par exemple), lorsque le régulateur commandera au servo-moteur d'accélérer, ce dernier exécute l'ordre jusqu'au moment où la vitesse redevient légèrement supérieure à V – 1,5 % de V. Par contre, aussitôt cette opération terminée, il se produira une décélération au niveau du servo-moteur, décélération destinée justement à combattre l'inertie du véhicule. Cette valeur d'antipompage d'accélération (APA) sera à régler lors des opérations de tarage, à la valeur convenable. De même, au moment de la cessation de l'ordre de décélération, le dispositif créera une accélération. C'est l'antipompage de décélération (APD) qui sera également à tarer. Les trois dernières courbes de la **figure 11** montrent l'évolution de la vitesse de la voiture, le dispositif antipompage étant taré correctement.

Du point de vue électronique, ce rôle d'antipompage, incombe essentiellement à IC_{10} qui comporte 4 portes « NOR ». Etudions, à titre d'exemple l'antipompage d'accélération (APA), le fonctionnement de APD reposant bien sûr sur le même principe. Lorsque la demande d'accélération cesse, il y a réapparition du niveau logique 1 à la sortie de la porte « NAND » II de IC_9. Cette sortie était auparavant, c'est-à-dire au moment de la demande d'accélération, au niveau 0. Ce changement de niveau est perçu par l'une des entrées de la porte « NOR » I de IC_{10}, qui forme, avec la porte II, une bascule monostable, dont le fonctionnement est le suivant :

Au repos la sortie 4 de IC_{10} est au niveau 0, ainsi que les entrées 1 et 2. La sortie 3 ainsi que les entrées 5 et 6 sont donc au niveau 1. Dès l'apparition du niveau 1 sur l'entrée 1, la sortie 3 passe au niveau 0 (voir le tableau de fonctionnement d'une porte NOR en **figure 11**). Il en est de même pour les entrées 5 et 6. La sortie 4 passe donc au niveau 1, d'où la conduction de T_{13} et, par D_{34}, celle de T_8. Le relais décélération se ferme. Le fait que l'entrée 2 de IC_{10} passe elle aussi au niveau 1 ne change rien pour l'instant. La capacité C_{14} se charge donc à travers R_{35} et P_7 pendant un temps proportionnel à ces deux valeurs. Aussitôt C_{14} chargée, les entrées 5 et 6 repassent au niveau logique 1 et la sortie 4 au niveau 0. La conduction de T_{13} s'arrête et le relais « décélération » s'ouvre.

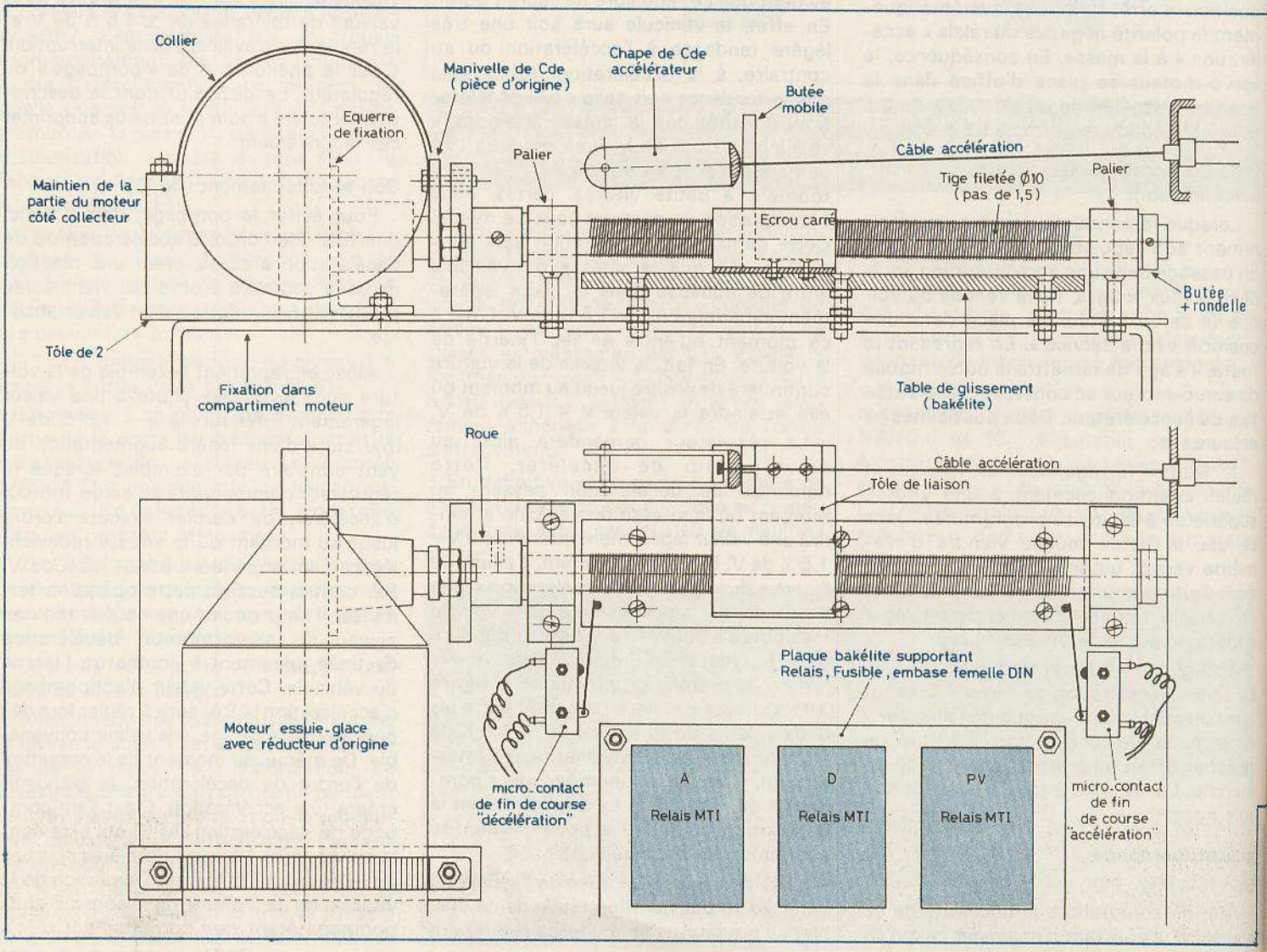
A la prochaine demande d'accélération, la sortie de la porte NAND II de IC_9 passant au niveau logique 0, la sortie 3 de IC_{10} passe au niveau 1. La capacité C_{14} se décharge et se trouve ainsi prête pour l'opération « antipompage » suivante.

En somme, la durée de cet antipompage dépend essentiellement de la position de P_7 pour l'APA et de P_8 pour l'APD.

h) Circuit de puissance (fig. 12)

Le moteur utilisé est un moteur à enroulement série, modifié, comme nous le verrons au chapitre « réalisation pratique » par la mise en place d'un pont de Wheastone sur l'induit (diodes D'_1 à D'_4).

Grâce à cette modification le sens du courant dans l'induit est toujours le même quel que soit le sens de la polarité appliquée à ses bornes. Par contre, suivant le sens du courant entre les bornes d'entrée



et de sortie du moteur, ce dernier tournera dans un sens ou dans l'autre. Autrement dit suivant que le relais A ou D se trouve en position de fermeture, il se produira une rotation du moteur dans un sens donné. Rappelons à cet égard que pour inverser le sens de rotation d'un moteur à courant continu, il suffit d'inverser le courant, soit dans l'inducteur, soit dans l'induit, mais jamais dans ces deux éléments en même temps, sinon le moteur continuera inexorablement de tourner dans le même sens. Lorsque l'induction est uniquement produit par l'enroulement auxiliaire, le flux magnétique est minimal et le moteur tournera à son régime **maximal**. En effet, dans un moteur à courant continu, la vitesse varie en raison **inverse** du flux inducteur.

Par contre, lorsque l'enroulement principal et l'enroulement auxiliaire se trouvent simultanément en service, le flux est maximal et le moteur tourne à son régime **minimal**.

En définitive, lorsque le relais PV est ouvert, le moteur tourne environ deux fois plus vite que lorsqu'il est fermé.

On remarquera également que les microcontacts de fin de course « accélération » et « décélération » (F.C.A. et F.C.D.) sont branchés en série, chacun en ce qui le concerne, avec son relais. Ces micro-contacts délimitent les positions extrêmes du servo-moteur.

III – Réalisation pratique

a) Le servo-moteur (fig. 13)

Le moteur

Il s'agit tout simplement d'un moteur d'essuie-glace « Bosch » équipant la plupart des voitures. Il y a lieu cependant de procéder à un certain nombre de modifications. En premier lieu, après démontage du couvercle fermant le réducteur qui est en fait une simple roue dentée en céluron attaquée par une vis sans fin disposée en bout de l'induit, il convient de retirer les balais frottant sur les bagues de la roue. Le rôle de ces balais est la commande du retour automatique des essuie-glaces vers leur position de repos. Il reste donc trois fils qui correspondent aux bornes 1, 2 et 3 du schéma de la **figure 12.** Ces trois fils, après repérage, peuvent être acheminés vers une miniplaque à bornes constituée par exemple par un domino collé sur le corps du moteur à l'araldite.

Ensuite, en démontant le couvercle du moteur côté collecteur, on retirera facile-

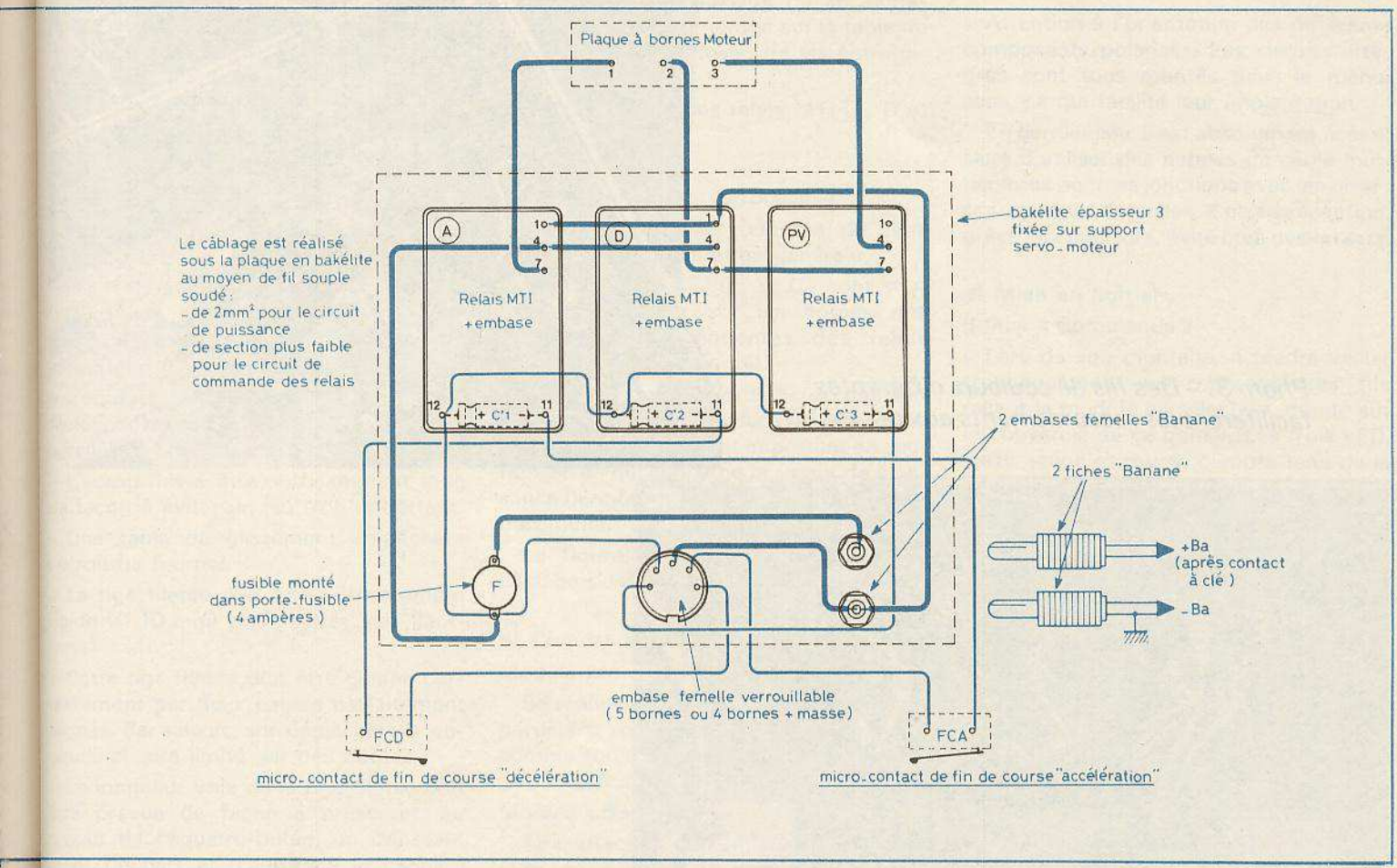


Fig. 13. et 14. – La section électromécanique emploie un moteur d'essuie-glace muni de son réducteur d'origine. Les croquis présentent un exemple pratique de réalisation du servo-moteur, modèle monté sur une CITROËN GS 1220. Le moteur d'essuie-glace retenu est un « Bosch » équipant la plupart des véhicules, mais il y aura lieu de procéder à un certain nombre de modifications. Le module « servo-moteur » et son câblage vu de dessus.

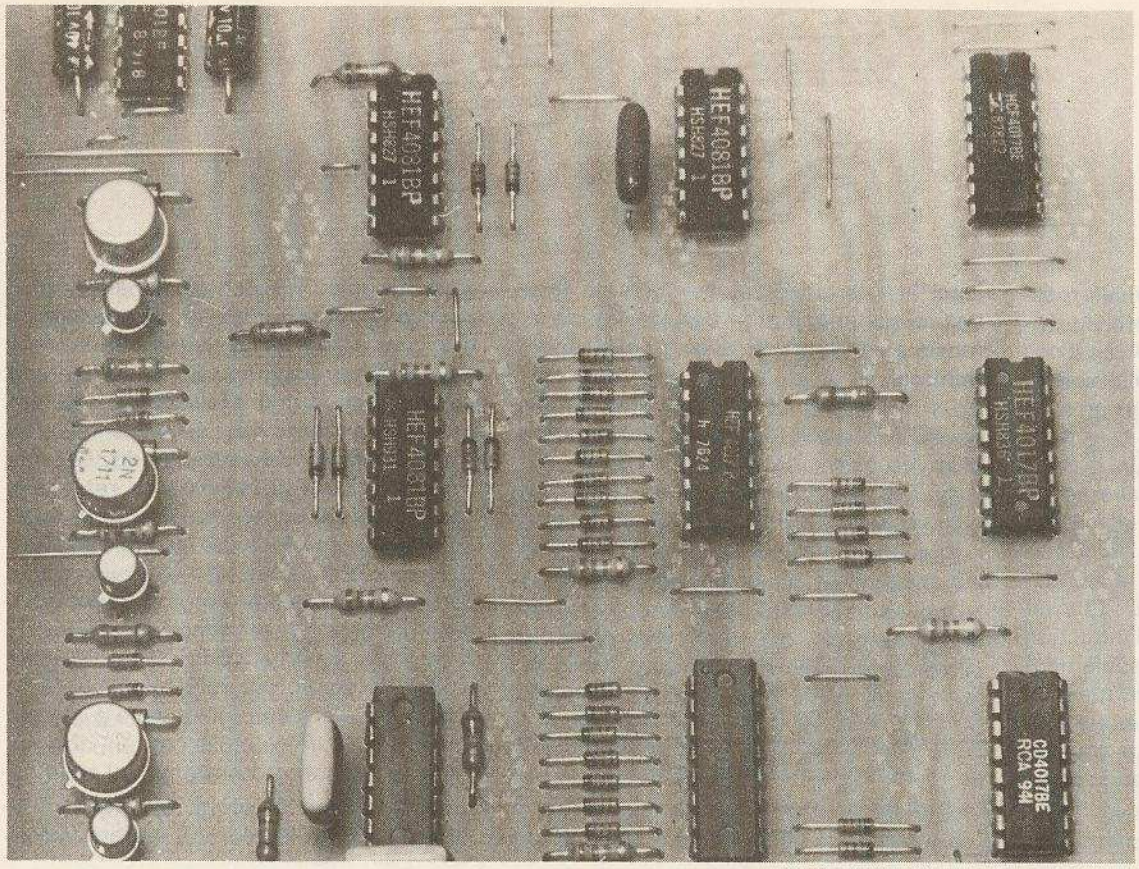


Photo 2. – De nombreux straps afin d'éviter le circuit imprimé double face.

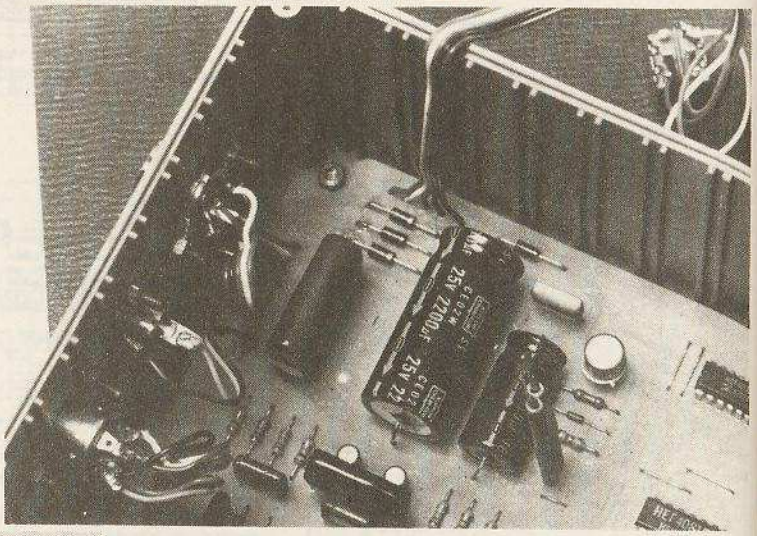


Photo 3. – Des fils de couleurs différentes faciliteront les raccordements aux prises DIN.

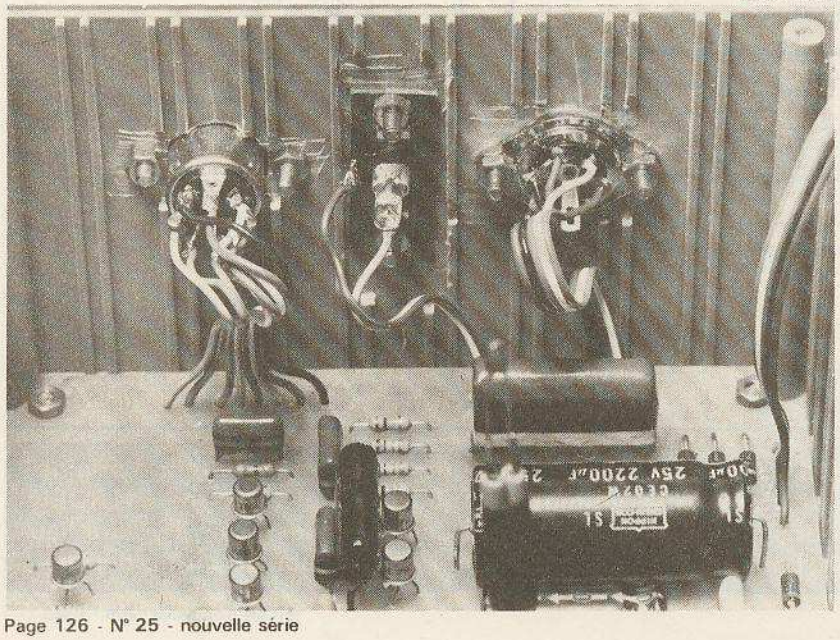


Photo 4. – Diverses prises DIN, dont une à verrouillage, serviront aux raccordements.

ment la couronne porte-balais qui est une plaque en bakélite. Après dessoudage des fils au niveau des porte-balais, cette couronne sera entièrement ôtée du moteur. Par la suite, on implantera sur cette couronne les 4 diodes D'_1 à D'_4, soit par perçage ou simplement par collage à l'araldite.

Ces diodes seront branchées en pont de Wheastone **(fig. 12)**, puis après avoir rebranché les fils du moteur, la couronne est remontée définitivement à son emplacement. Enfin, il convient de confectionner une équerre, en se servant des trous de fixation d'origine du moteur, destinée à fixer ultérieurement le moteur sur une plaque de tôle formant le plan du servo-moteur. Le moteur est ainsi prêt à l'emploi.

La partie mécanique

L'exemple de réalisation illustrée par la **figure 13** volontairement non cotée, est l'une des possibilités de réalisation. En fait, tout dépend de la configuration du carburateur, de sa commande, et... de la place disponible dans le compartiment du moteur. Un petit effort d'imagination est donc nécessaire et il faudra faire appel à vos talents de bricolage. Le dispositif tel qu'il est représenté est monté dans une GS1220 Citroën. Aucun problème particulier n'est survenu.

Quel que soit le type de montage retenu, il y aura lieu de respecter les règles suivantes :

- L'équerre formant butée, donc la tige filetée, devra se trouver dans une position parallèle à l'axe du câble d'accélération.
- L'écrou devra être suffisamment long de façon à éviter un jeu trop important.
- Une table de glissement empêchera l'écrou de tourner.
- La tige filetée doit être suffisamment rigide (Ø 10 mm) pour éviter son flambage.
- Cette tige filetée doit être guidée correctement par deux paliers parfaitement alignés. Par ailleurs, son déplacement longitudinal sera limité par des butées.
- La longueur utile de la tige filetée doit être prévue de façon à présenter, au niveau de l'équerre-butée, un dépassement de part et d'autre de la position extrême de la butée du câble d'accélération.
- Le positionnement des micro-contacts de fin de course doit tenir compte de ces positions extrêmes.
- Il est possible en ce qui concerne l'entraînement de la tige filetée par le moteur, d'utiliser la manivelle de sortie du réducteur, après l'avoir coupée à la longueur voulue, et en y montant un doigt d'entraînement. Ce doigt s'engagera dans un trou suffisamment grand (peu importe le jeu) pratiqué sur une roue d'entraînement solidaire de la tige filetée.
- Enfin, la table supportant le servo-moteur sera montée solidement à l'endroit convenable en utilisant au maximum les possibilités de fixation existantes sur le moteur.

Dans l'exemple décrit, cette table a été montée en utilisant des ferrures en fer plat. Aucun perçage n'a été nécessaire au niveau du compartiment du moteur, ni du moteur lui-même.

Câblage du servo-moteur **(fig. 14)**

Une plaque en bakélite ou en aluminium, directement montée sur la table du servo-moteur au moyen de vis entretoisées supporte :

- les 3 embases des relais MTI (A, D et PV),
- le porte-fusible,
- l'embase femelle verrouillable,
- les deux embases femelles du type « banane » d'alimentation générale.

Les capacités C'_1, C'_2 et C'_3 sont soudées directement sur les bornes des embases correspondantes des relais (attention à leur polarité).

Les différents raccordements peuvent être effectués par soudure au moyen de fil souple suffisamment important en section, en ce qui concerne le circuit de puissance (le moteur absorbe environ 3 A au maximum).

La **figure 14** illustre un exemple de câblage possible.

b) Circuits imprimés (fig. 15)

Module «commande »

Sa réalisation ne pose aucun problème particulier si ce n'est celui d'apporter comme toujours, beaucoup de soin dans sa réalisation.

Module « Régulation »

Sa confection demande encore davantage de soin et de patience. Dans le modèle représenté en **figure 13**, il a été fait appel à des bandelettes de 0,8 mm de large. L'auteur conseille, pour la confection du Mylar, l'utilisation de bandelettes moins larges (par exemple 0,5 mm). La réalisation du circuit sera facilitée d'autant.

Tous les trous comportant des petites pastilles pourront être percés à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Les trous dont les pastilles sont plus grandes seront percés avec un foret de diamètre 1. Afin d'améliorer la solidité ainsi que la durée dans le temps, il est vivement recommandé de l'étamer.

c) Implantation des composants (fig. 16)

Dans un premier temps, on montera les nombreux Straps de liaison, en fil de cuivre nu. Ces nombreux Straps sont malheureusement nécessaires compte tenu de l'utilisation de circuits intégrés ; surtout leur mise en œuvre évite la double-face qui n'est pas particulièrement facile à réaliser...

Attention à l'orientation des différents composants polarisés. Les circuits intégrés sont tous montés dans le même sens, ce qui facilite leur implantation.

En dernier lieu, il est absolument nécessaire d'utiliser des nappes de câble multicolores pour les jonctions avec les diverses embases femelles. Cette précaution, grâce aux couleurs, évite bien des erreurs.

d) Mise en boîtier

Boîtier « Commande »

Lors de son montage, il faudra veiller soigneusement au repérage des fils reliant le module au sélecteur, monté sur le couvercle de ce boîtier. Les trois LED, verte, jaune et rouge, compte tenu de la hauteur du boîtier seront soudées sur « échasses ».

Enfin, il est important de bien noter les couleurs des 8 fils du câble blindé reliant les deux boîtiers.

Boîtier « Régulation »

Le montage du circuit imprimé dans le boîtier ne pose aucun problème notable. Par contre le respect des correspondances des fils reliant le module aux embases femelles demande une attention véritablement soutenue. Il s'agit de s'assurer de la bonne correspondance avec les fiches mâles. L'auteur qui écrit ces lignes sait ce qu'une erreur à ce niveau peut comporter comme énervements et pertes de temps pour en avoir fait l'expérience...

Enfin la LED L_1 rouge de signalisation est également à monter sur « échasses ».

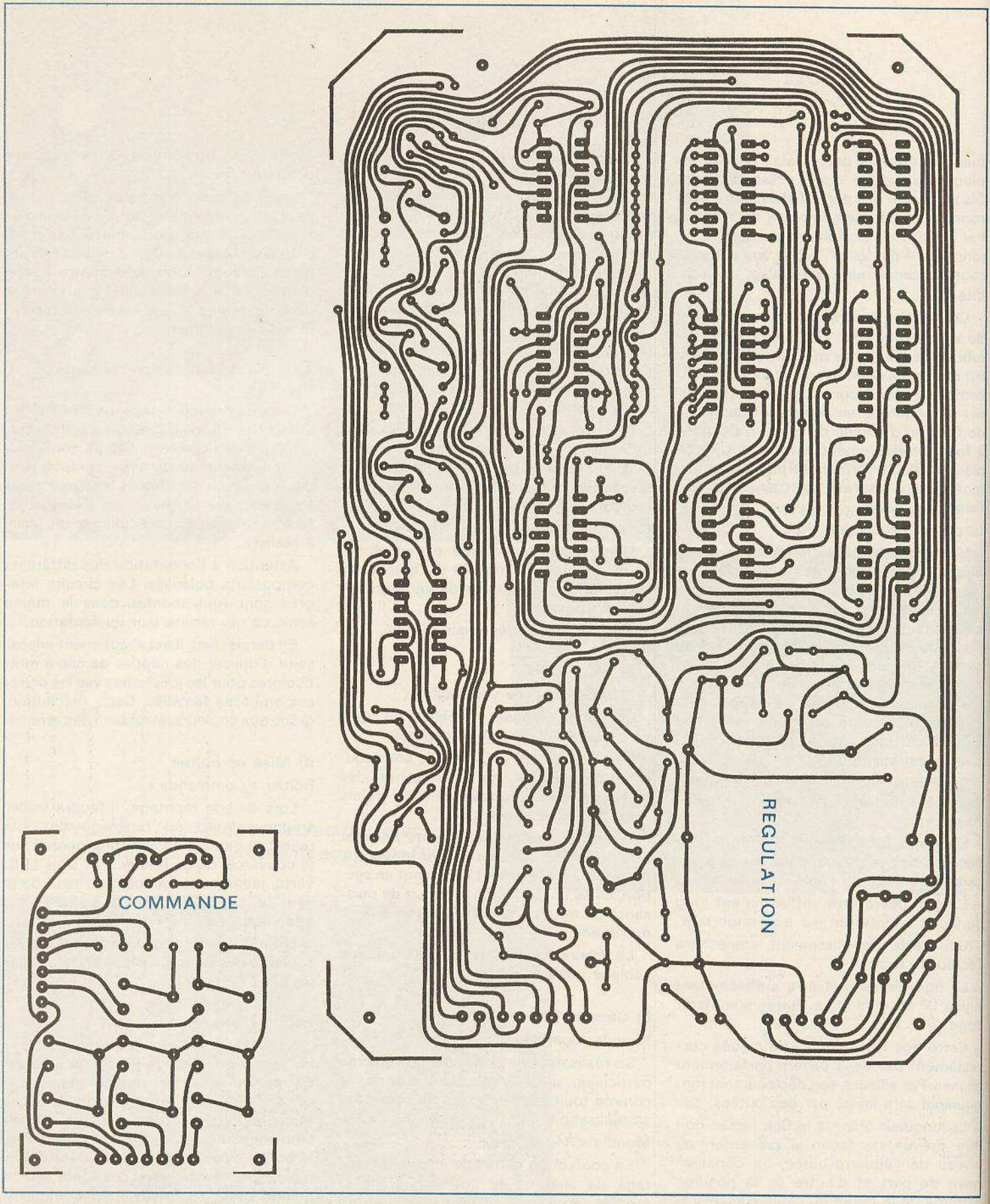
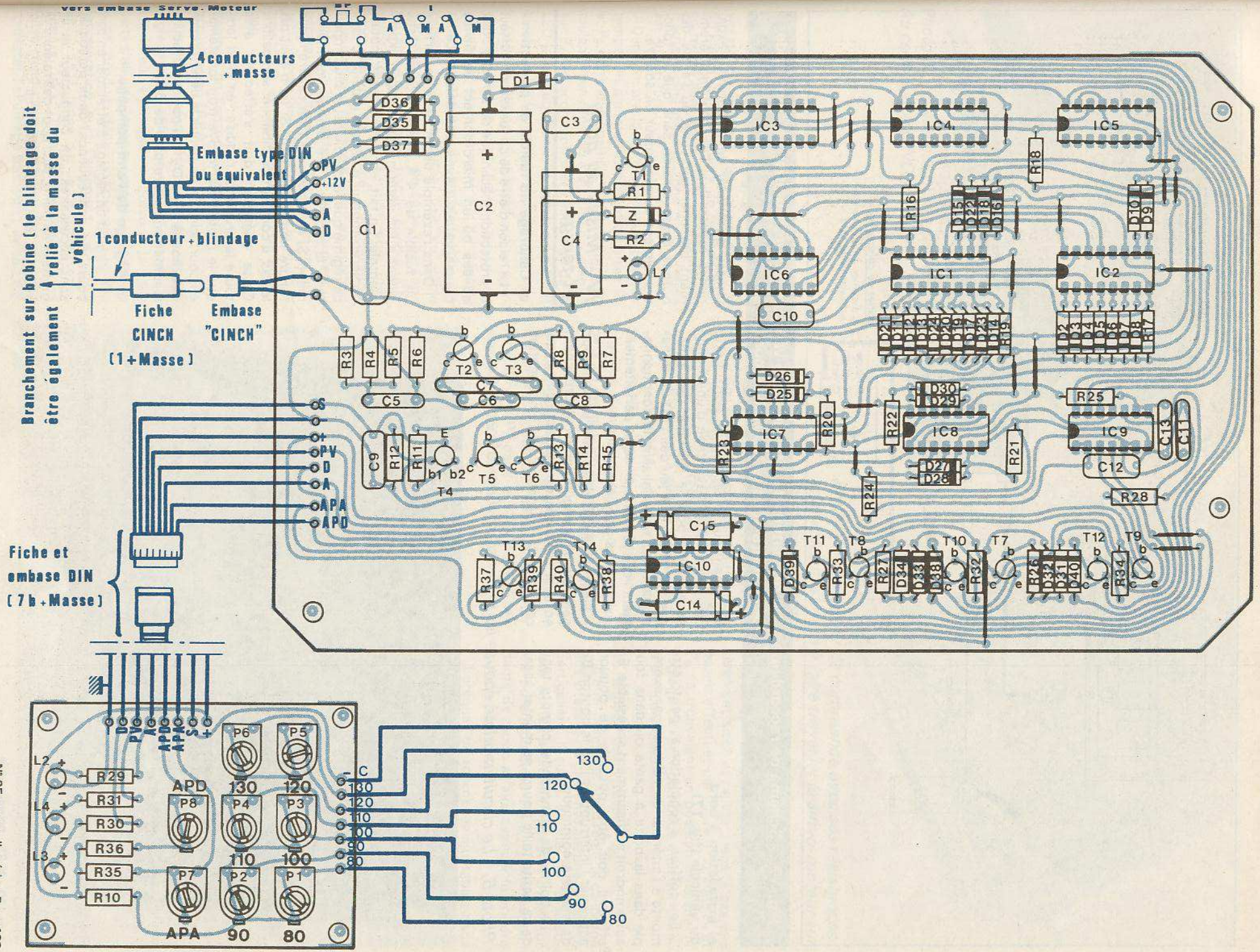


Fig. 15. et 16. – Le tracé du circuit imprimé ne pourra guère se reproduire qu'à l'aide de la méthode photographique et en utilisant de l'époxy présensibilisé. Implantation des composants et nombreux straps évitant le « double face ».


Vers embase Servo. Moteur
4 conducteurs + masse
Embase type DIN ou équivalent
PV
+12V
-
A
D
1 conducteur + blindage
Branchement sur bobine (le blindage doit être également relié à la masse du véhicule)
Fiche CINCH (1 + Masse)
Embase "CINCH"
Fiche et embase DIN (7 b + Masse)
S
+
PV
D
A
APA
APD
D1
D36
D35
D37
C1
C2
C3
C4
T1
R1
Z
R2
L1
IC3
IC4
IC5
IC6
IC1
IC2
C10
R16
R18
R3
R4
R5
R6
T2
T3
R8
R9
R7
C5
C7
C6
C8
D26
D25
D30
D29
R25
IC7
R20
R22
IC8
IC9
R23
R21
C13
C11
C12
R24
D27
D28
R28
C9
R12
R11
T4
T5
T6
R13
R14
R15
C15
IC10
C14
T13
T14
R37
R39
R40
R38
T11
T8
T10
T7
T12
T9
D39
R33
R27
D34
D33
D38
R32
R26
D32
D31
D40
R34
P6
P5
P8
P4
P3
P7
P2
P1
L2
L4
L3
R29
R31
R30
R36
R35
R10
APD
APA
130
120
110
100
90
80
C

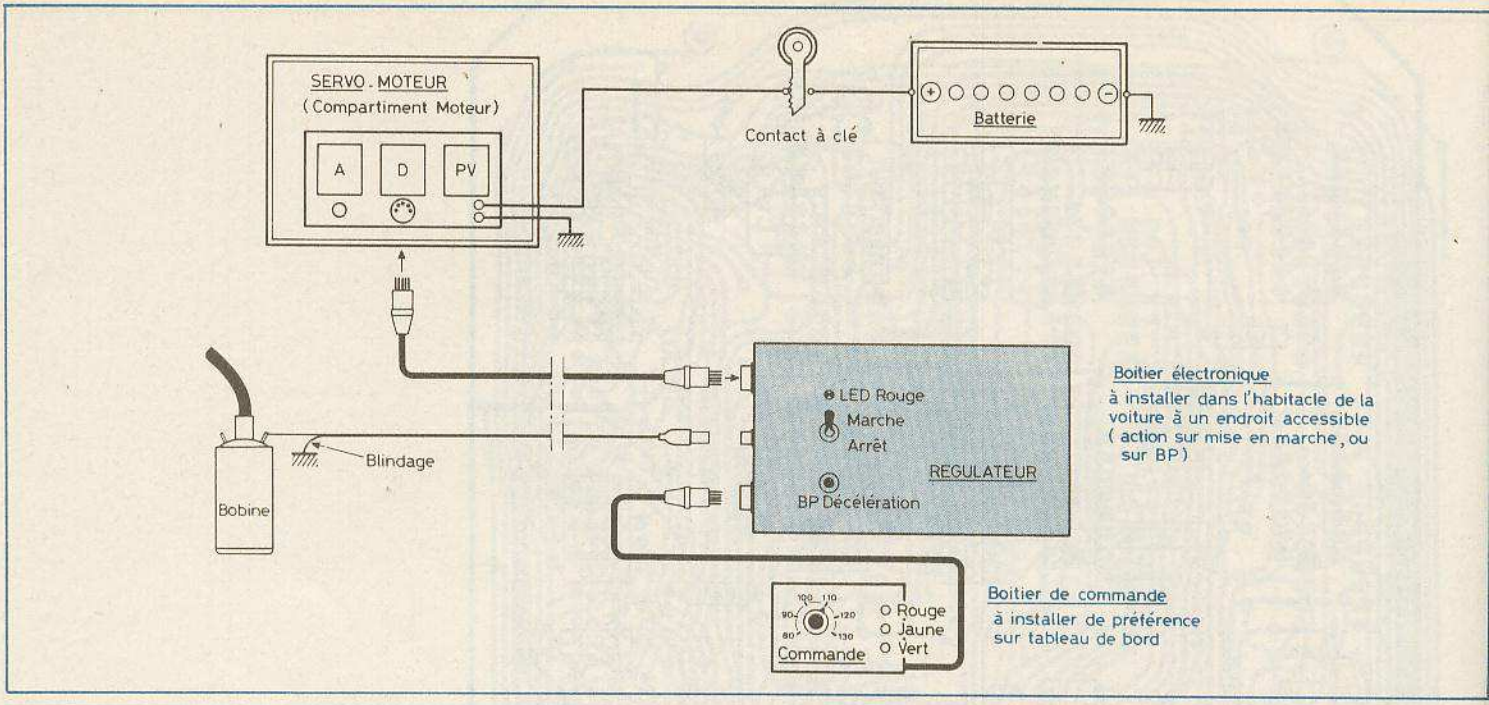


Fig. 17. – Schéma de raccordement du régulateur de vitesse sur le véhicule. Le petit boîtier de commande se montera sous le tableau de bord.

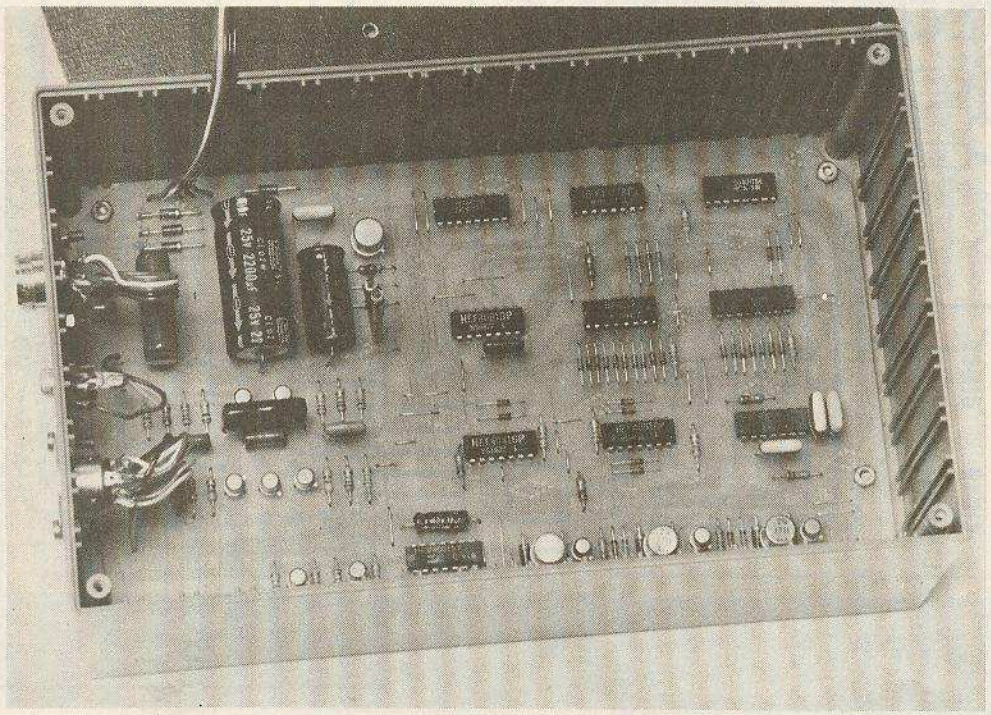
e) Installation à bord du véhicule (fig. 17)

Le coffret « régulation » peut être monté à l'intérieur du véhicule par exemple dans la boîte à gants ou dans tout autre endroit suffisamment accessible. En effet, il doit être possible de pouvoir actionner l'interrupteur I ou le bouton BP de manière commode.

Le boîtier de commande, compte tenu de sa petite taille pourra se monter assez facilement sur le tableau de bord. Cette disposition offre l'avantage d'une bonne accessibilité pour la sélection des vitesses. Par ailleurs, le jeu des LED de signalisation qui matérialisent le fonctionnement du régulateur sera parfaitement visible dans ces conditions.

Il est préférable d'assurer l'alimentation générale de la régulation en se branchant en aval de la clé de contact. En ce qui concerne la captation de l'information vitesse au niveau de la bobine, l'expérience montre que l'on peut indifféremment brancher sur l'une ou l'autre des bornes basse tension sans que le fonctionnement du régulateur en souffre.

Photo 5. – Le circuit imprimé épouse les dimensions d'un coffret P/4.



IV – Mises au point et tarages

a) Calibrage du fusible de protection

La raison d'être de ce fusible est surtout la protection mécanique du servo-moteur au cas où un micro-contact de fin de course venait à avoir une défaillance.

Dans l'exemple décrit dans cet article, un fusible de 4 A a été monté. Cette valeur a été déterminée de façon expérimentale. En fait, en alimentant le moteur du servo-moteur à vitesse réduite (c'est à ce régime que le couple est le plus important) le moteur a été bloqué volontairement. Si le fusible est bien calibré il doit fondre immédiatement. Si tel n'était pas le cas, il convient de diminuer son calibre. Cette opération doit s'effectuer avec toute la prudence requise ; en effet lorsque le moteur se trouve trop longtemps en court-circuit, on risque la détérioration des diodes D'_1 à D'_4 qui par construction n'admettent guère plus de 5 A.

b) Réglage de l'anti-pompage

Il s'agit d'un réglage à effectuer en parcours. En conséquence, deux personnes sont nécessaires : un conducteur et un metteur au point, ceci pour des raisons de sécurité tout à fait évidentes.

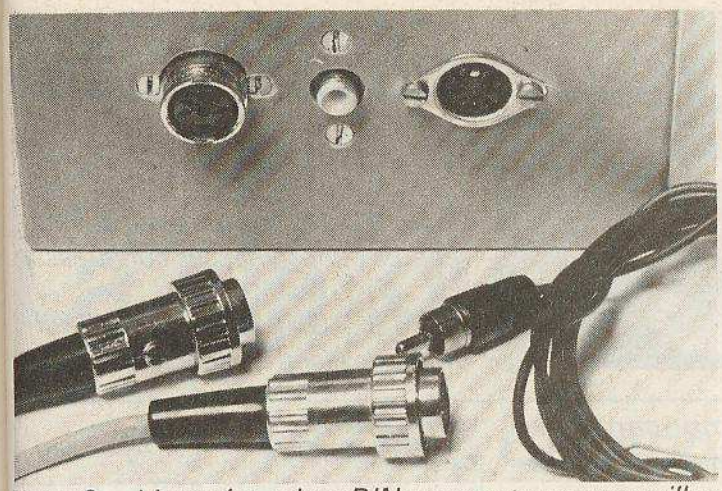


Photo 6. – L'une des prises DIN comporte un verrouillage. Au centre, une CINCH.

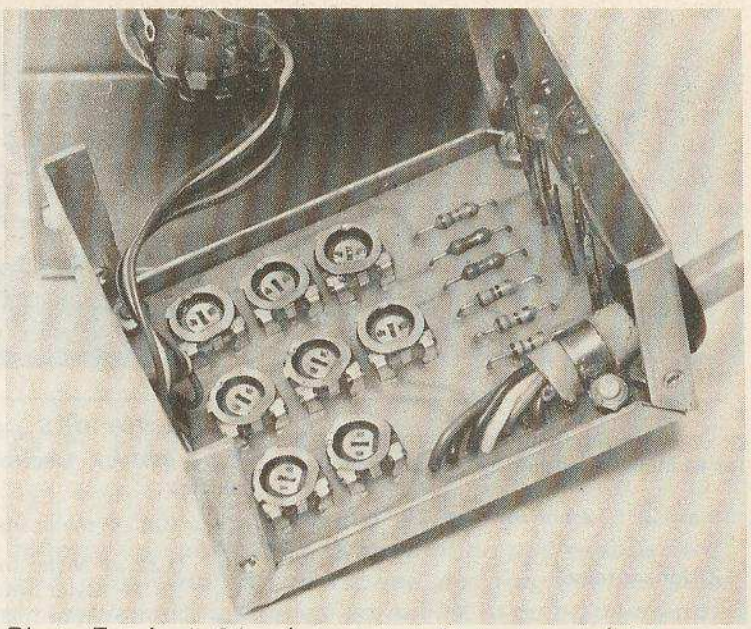


Photo 7. – Le boîtier de commande avec ses résistances ajustables destinées à faire travailler le servo-moteur sur la vitesse souhaitée.

L'expérience a montré qu'il est préférable d'effectuer ce réglage pour une vitesse du véhicule de l'ordre de 80 à 95 km/h. Si les valeurs de réglage sont correctes dans cette zone, elles le seront d'autant plus dans la zone où la vitesse est supérieure.

Dans la pratique, et dans un premier temps, on placera les potentiomètres P_7 et P_8 dans leur position médiane, puis en roulant, à environ 80 à 90 km/h, on agira sur P_1 de façon à obtenir l'allumage de la LED jaune (équilibre), la sélection s'étant placé sur P_1 (soit 80 km/h).

Cette condition étant satisfaite, on coupera provisoirement l'alimentation du régulateur et en agissant sur BP décélération, on amène la butée mobile en contact avec la butée fixe du câble d'accélération. La fin de cette opération se repère facilement par le conducteur, étant donné qu'il sentira son pied repoussé par la pédale d'accélération. Puis, on remettra le régulateur en position « marche », le conducteur appuyant sur la pédale d'accélération. A partir de cet instant, il convient de surveiller le jeu des trois LED de signalisation avec attention.

Réglage de l'anti-pompage accélération (APA)

En règle générale étant donné qu'aucun réglage n'est effectué pour l'instant, le régulateur « pompera ». Lorsque la LED verte s'allume, (avec ou sans la LED jaune) il se produit dans un premier temps l'accélération puis l'allumage simultané de la LED jaune et de la LED verte. Ensuite, la LED verte va s'éteindre, la jaune reste allumée, et l'on doit aussitôt constater l'allumage immédiat de la LED rouge qui s'éteindra très peu de temps après. Ce temps correspond en fait à la valeur de l'APA correspondant au réglage actuel. Après ces opérations, trois possibilités peuvent se présenter :

1° La LED verte s'allume à nouveau

Il y a trop d'APA il faut le diminuer en tournant P_7 dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

2° La LED jaune reste allumée seule

La valeur d'APA est correcte.

3° La LED rouge s'allume

L'APA est insuffisant il faut l'augmenter en tournant P_7 dans le sens normal des aiguilles d'une montre.

Réglage de l'anti-pompage décélération (APD)

Lorsque le véhicule décélère, on verra apparaître l'allumage de la LED rouge, puis de la LED jaune. Dès extinction de la rouge, doit se produire l'allumage de la LED verte (APD avec valeur de réglage actuelle). Dès l'extinction de cette LED verte, il peut se présenter les trois possibilités suivantes :

1° La LED rouge s'allume à nouveau

Trop d'APD. Tourner P_8 dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

2° La LED jaune reste allumée seule

Le réglage est court.

3° La LED verte s'allume

Pas assez d'APD. Tourner P_8 dans le sens des aiguilles d'une montre.

Bien entendu, ces réglages s'effectuent par retouches successives et doivent obligatoirement avoir lieu, le véhicule roulant en palier)absence de montée ou de descente).

Malgré tout, ces réglages ne sont pas très délicats et s'obtiennent de façon relativement aisée et rapide. Dans le cas des essais effectués par l'auteur, lorsque P_7 et P_8 se trouvaient en position médiane, le réglage de l'anti-pompage était suffisamment convenable.

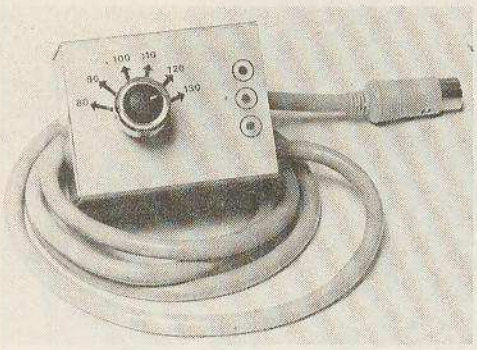
c) Réglage des vitesses

L'anti-pompage étant réglé, le calibrage des vitesses ne présente aucune difficulté particulière. Il suffit, en plaçant le sélecteur sur les positions correctes d'agir sur les potentiomètres P_1 à P_6 correspondants de façon à faire avancer la voiture à l'allure désirée.

Lorsque l'on tourne les ajustables dans le sens des aiguilles d'une montre, la vitesse diminue et inversement.

Le régulateur se trouve maintenant réglé et rendra de précieux services au conducteur du véhicule qui se trouve ainsi complètement déchargé du souci permanent de la surveillance de sa vitesse. La réalisation de ce montage demande cependant beaucoup de soin et de patience ; mais avec de la méthode, de l'ordre et un peu de savoir-faire on peut en venir à bout avec succès. Si, après avoir réalisé ce dispositif de régulation, vous vous faites arrêter pour dépassement de la vitesse autorisée, vraisemblablement parce que votre sélecteur était positionné sur 110 pour une vitesse autorisée de 90 km/h, alors vous êtes vraiment impardonnable...

Robert KNOERR



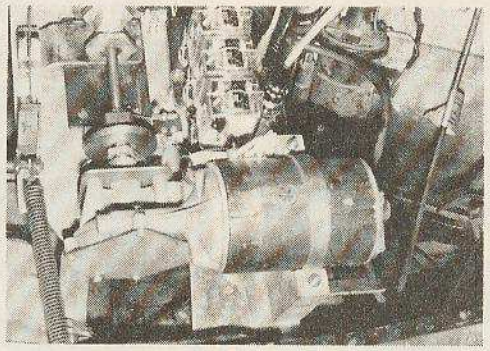


Photo 8. – Un bouton avec des repères et des vitesses connues...

Photo 9. – Un « léger » aperçu du montage électromécanique.

Liste des composants

a) Modules « régulation » et « commande »

36 straps : 12 horizontaux, 24 verticaux.

12 Horizontaux

24 verticaux

R_1 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
R_2 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_4, R_5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_7, R_8, R_9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
(*) R_{10} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{11} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R_{12} : 330 Ω (orange, orange, marron)
R_{13} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{14}, R_{15} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{16} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{17}, R_{18}, R_{19}, R_{20}, R_{21}, R_{22} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{23}, R_{24}, R_{25} : 180 kΩ (marron, gris, jaune)
R_{26}, R_{27}, R_{28} : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
(*) R_{29}, (*) R_{30}, (*) R_{31} : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_{32}, R_{33}, R_{34} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
(*) R_{35}, (*) R_{36} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{37}, R_{38} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{39}, R_{40} : 10 kΩ (marron, noir, orange)

(*) Montées sur module de « commande ».

C_1 : 1,5 µF Mylar (marron, vert, vert)
C_2 : 2200 µF Electrolytique 25 V sorties axiales
C_3 : 82 nF Mylar (gris, rouge, orange)
C_4 : 470 µF Electrolytique 16 V sorties axiales
C_5, C_6 : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)
C_7 : 0,22 µF Mylar (rouge, rouge, jaune)
C_8 : 33 nF Mylar (orange, orange, orange)
C_9 : 10 nF Mylar (marron, noir, orange)
C_{10} : 2,2 nF Mylar (rouge, rouge, rouge)
C_{11}, C_{12}, C_{13} : 82 nF Mylar (gris, rouge, orange)
C_{14}, C_{15} : 10 µF Electrolytique 16 V sorties radiales

L_1 : LED rouge Ø3
L_2 : LED verte Ø3
L_3 : LED rouge Ø3 montées sur module de commande
L_4 : LED jaune Ø3

Z : diode zener 10 V

P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6 : 6 ajustables de 100 kΩ, implantation horizontale — Implantés sur module de commande
P_7, P_8 : 2 ajustables de 470 kΩ implantation horizontale

D_1 : 1N4007 ou équivalent
D_2 à D_{34} : diodes signal 1N914, 1N4148
D_{35} à D_{40} : 1N4007 ou équivalent

T_1 : transistor NPN 2N1711
T_2, T_3 : transistors NPN BC108
T_4 : transistor unijonction 2N2646
T_5, T_6 : transistors NPN BC108
T_7, T_8, T_9 : transistor PNP BC177
T_{10}, T_{11}, T_{12} : transistors NPN 2N1711
T_{13}, T_{14} : transistors NPN BC108

IC_1, IC_2, IC_3, IC_4, IC_5 : CD 4017 (compteur décodeur décimal)
IC_6, IC_7, IC_8 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_9 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
IC_{10} : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

Embase femelle 4 pôles + masse du type verrouillable
Embase CINCH 1 pôle + masse
Embase femelle du type DIN 7 piles + masse

BP : bouton poussoir à contacts travail et repos

I : interrupteur bipolaire bi-directionnel

S : sélecteur rotatif 2 × 6 (ou 1 × 12 mais il convient de le bloquer mécaniquement de façon à ce qu'il ne puisse occuper que 6 positions)
1 boîtier RETEX-BOX (220 × 135 × 75)
1 boîtier TEKO-Alu 2/B (70 × 55 × 44)

b) Liaisons

2 fiches mâles ,verrouillables 4 pôles + masse
câble blindé (4 fils + blindage)
1 fiche mâle CINCH 1 pôle + masse
câble blindé (1 fil + blindage)
1 fiche mâle DIN (7 pôles + masse)
câble blindé (7 fils + blindage)
nappe de câble multiconducteur

c) Module « servo-moteur »

Porte-fusible
fusible 4 A
embase femelle verrouillable (4 pôles + masse)
2 embases femelle du type « banane »
2 micro-contacts de fin de course
3 socles + relais MTI
3 relais embrochables MTI-3RT/12 V

C'_1, C'_2, C'_3 : 47 µF/25 V electrolytique à sorties axiales

domino (plaque à borne)
Fil souple
Moteur essuie-glace BOSCH de récupération

D'_1, D'_2, D'_3, D'_4 : 4 diodes de puissance (5 A) BY 251 / BY 189

La clé du microprocesseur

4e PARTIE : Composez votre programme

QUAND vous achetez une unité d'expérimentation microprocesseur, on vous fournit généralement un recueil de programmes (jeux, comptage, applications domestiques) éprouvés, et qu'on peut entrer dans l'engin en manœuvrant ses touches de la façon qui est indiquée dans ce recueil. C'est un début qui permet de vous familiariser avec la programmation, mais si vous voulez comprendre cette technique, il faut vous exercer par des programmes – très simples – que vous mettez au point vous-même. Pour cela, il est indispensable de bien connaître les fonctions des instructions données, lorsqu'on programme, dans les cases successives de la mémoire.

Les unités d'expérimentation

En généralisant quelque peu, on peut dire qu'une unité de microprocesseur se ramène à ce qu'on peut voir dans la **figure 4-1**. Pour entrer un programme, il suffit de manœuvrer d'abord la touche « Programmer » (qui souvent s'appelle autrement), puis on manœuvre successivement les touches du clavier « hexa » pour entrer les instructions. Ensuite, on peut faire « dérouler » immédiatement le programme, ou, plus prudemment, procéder au « pas à pas » (touche « step ») en vérifiant ce qu'on a dans les mémoires, les registres, l'accumulateur.

Toutes ces unités d'expérimentation ont un connecteur, permettant d'adjoindre des RAM supplémentaires, car généralement on n'y prévoit que 256 ou 512 octets de RAM. Les programmes expérimentaux utilisent une partie de cette RAM comme « ROM provisoire ». Cependant, l'unité comportera aussi une ROM, dite de moniteur, qui assure notamment les fonctions de lecture de clavier, de pas-à-pas, et de sous-programme d'affichage. Ce dernier peut être appelé par un programme utilisateur. Certaines unités possèdent également un « port de sortie » sous forme d'une mémoire tampon qui commande une rangée de huit diodes luminescentes (affichage en binaire), ou encore des voyants ou touches(s) pour d'éventuelles fonctions « flag » et « sense ».

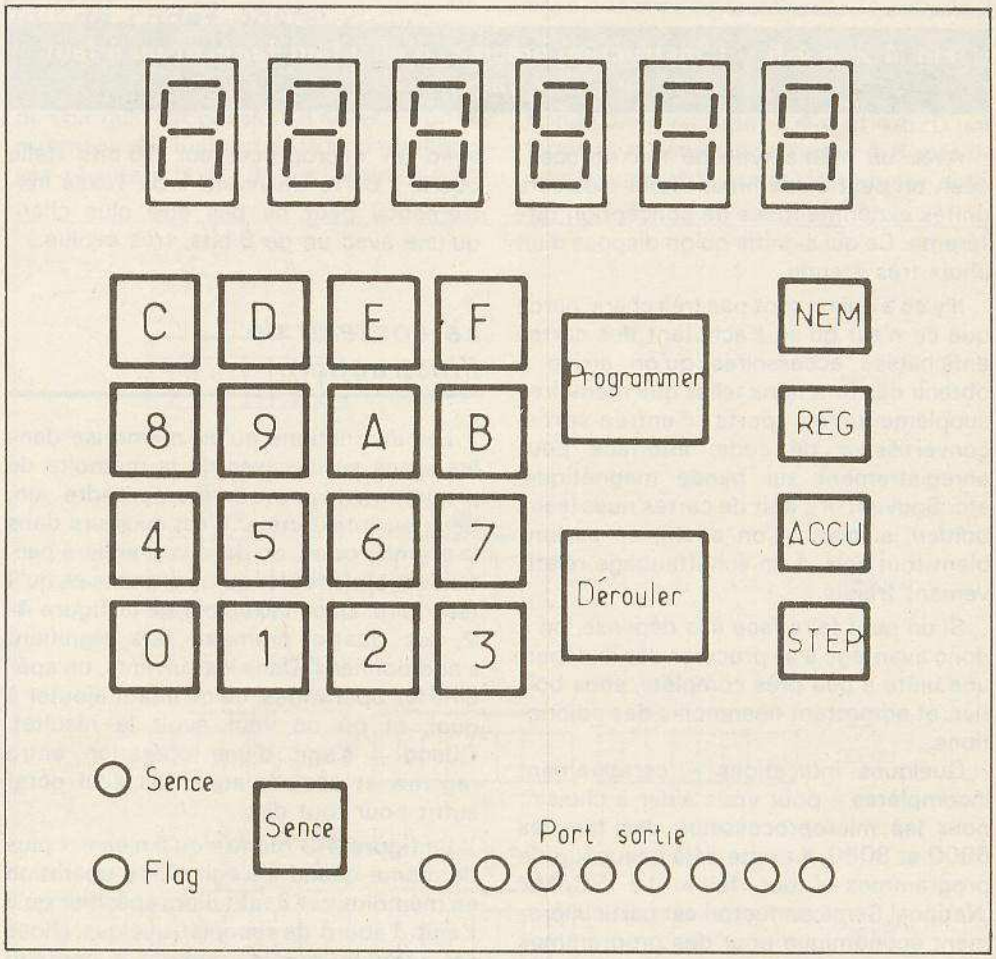


Fig. 4-1. – L'unité d'expérimentation permet d'entrer un programme au clavier et de faire dérouler ce programme, avec affichage numérique ou sur voyants.

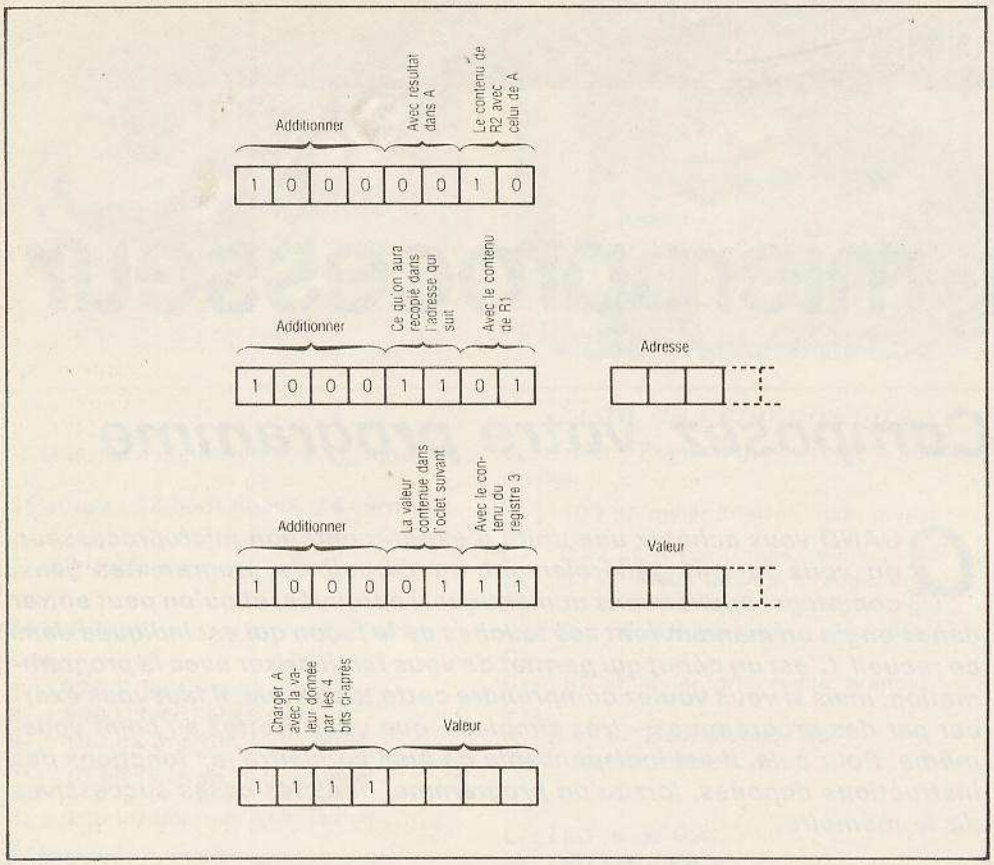


Fig. 4-2. à 4-5. – L'instruction précise ce qu'il faut faire, et où il faut le faire.

Avec un même type de microprocesseur, on peut évidemment faire plusieurs unités expérimentales de conception différente. Ce qui signifie qu'on dispose d'un choix très étendu.

Il y en a qui ne sont pas très chers, parce que ce n'est qu'en s'achetant des cartes enfichables accessoires qu'on arrive à obtenir des fonctions telles que mémoires supplémentaires, ports d'entrée-sortie, convertisseur de code, interface pour enregistrement sur bande magnétique, etc. Souvent, il s'agit de cartes nues (sans boîtier), si bien qu'on arrive, en assemblant tout cela, à un échaffaudage relativement fragile.

Si on peut faire face à la dépense, on a donc avantage à se procurer dès le départ une unité à peu près complète, sous boîtier, et admettant néanmoins des adjonctions.

Quelques indications – certainement incomplètes – pour vous aider à choisir : pour les microprocesseurs des familles 6800 et 8080, il existe déjà beaucoup de programmes « tout fait ». Le SC/MP (National Semiconductor) est particulièrement économique pour des programmes relativement simples. Avec le 2650 (RTC-Signetics) et l'unité « Instructor 50 », on a un engin de moyenne puissance, facile à programmer du fait d'une certaine automaticité. Ce qui n'empêche qu'une unité avec un microprocesseur 16 bits (telle que la « Carte Université » de Texas Instruments) peut ne pas être plus chère qu'une avec un de 8 bits, très évolué.

Le contenu de l'instruction

Les instructions qu'on mémorise dans les cases successives de la mémoire de programme, peuvent comprendre un, deux ou trois octets. C'est toujours dans le premier octet, ou dans la première partie du premier octet qu'on exprime ce qu'il faut faire. Dans l'exemple de la **figure 4-2**, les quatre premiers bits signifient « additionner ». Dans les suivants, on spécifie les **opérandes**, ce qu'il faut ajouter à quoi, et où on veut avoir le résultat. Quand il s'agit d'une opération entre registre et accumulateur, un seul octet suffit pour tout dire.

La **figure 4-3** montre qu'il n'en est plus de même quand il s'agit d'une opération en mémoire, car il faut alors spécifier qu'il s'agit d'abord de recopier quelque chose en mémoire, puis d'y ajouter le contenu d'un registre (ou accumulateur), en faisant apparaître le résultat dans ce dernier.

Dans certaines opérations, il faut introduire des constantes, soit mathématiques, telles que « π », soit numériques, telles que « 24 », pour dire à un compteur horaire qu'il s'agit là d'un nombre interdit, et qu'il faut aller de 23 à zéro. Pour adresser une telle constante, on a également besoin de deux octets, comme le montre la **figure 4-4**.

Certains micorprocesseurs admettent une procédure simplifiée pour introduire des constantes de faible valeur. La **figure 4-5** montre l'exemple d'une opération de chargement (effacer, puis inscrire une nouvelle valeur) où on peut, en n'utilisant qu'un seul octet, mettre les valeurs de 0 à 15 (0 à F en hexa) comme constantes dans l'accumulateur.

Bien entendu, ces instructions, leur code et leur signification peuvent différer d'un microprocesseur à l'autre. En la matière, on est déjà tellement loin du « programme commun » qu'on n'ose plus en parler.

La gamme des instructions

Charger (load) et **stocker** (store) sont des instructions qui commandent l'inscription d'une nouvelle donnée (en effaçant l'ancienne). On dit « charger » quand on transfère le contenu d'un registre (ou une constante) dans l'accumulateur, et aussi quand on transfère une donnée recopiée en mémoire (ou une valeur exprimée par octet du programme) dans un registre ou dans l'accumulateur. On dit « stocker » quand il s'agit d'un transfert (accumulateur) — (registre), ou encore (accumulateur ou registre) — (mémoire).

Addition (add) et **soustraction** (subtract) sont des opérations mathématiques qu'on peut adapter, au besoin, au code BCD, soit avec des instructions particulières (add decimal), soit en faisant suivre une instruction d'addition binaire d'une instruction « decimal adjust ». Des instructions de multiplication et de division n'existent que dans les microprocesseurs 16 bits, ou dans certains types « 8 bits » très évolués (8088, Intel).

ET (and), **OR inclusif** (inclusive or), **OU exclusif** (exclusive or) sont des opérations logiques (bit par bit) qu'on utilise le plus souvent pour modifier sélectivement certains bits d'un mot. Noter qu'on obtient la remise à zéro de l'accumulateur quand on procède à un « ou exclusif » avec lui-même (de son contenu avec son contenu).

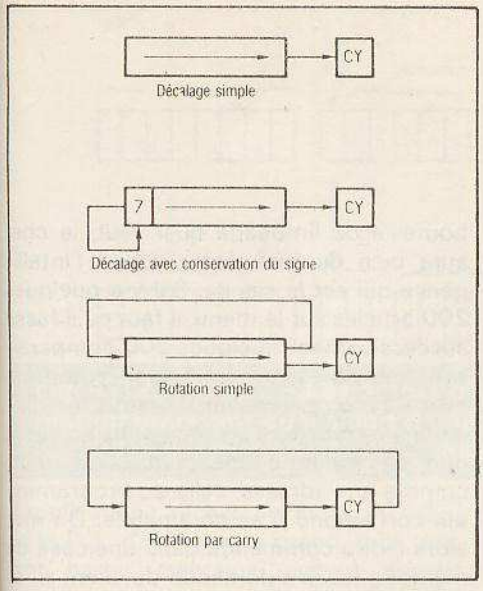


Fig. 4-6. – Exemples d'opérations de décalage et de rotation, sur une donnée en registre.

Une **comparaison** (compare) ne modifie pas les contenus des cases qu'on compare, mais seulement le mot d'état, et ce généralement de façon qu'on puisse voir, lors de la séquence suivante, si cette comparaison a donné « = », « > » ou « < ».

Décalage (shift) et **rotation** (rotate) sont des opérations qui « déplacent d'un cran » tous les bits d'un mot. Ces instructions existent en plusieurs versions : à droite, à gauche, avec ou sans utilisation du « carry » (mot d'état), partiel, etc. La **figure 4-6** donne quelques exemples.

Branchement (branch) et **saut** (jump) permettent d'aller à une adresse qui est différente de celle qui suit normalement dans le programme. Il peut s'agir d'un branchement simple ou d'un branchement à sous-programme. Dans les deux cas, le branchement peut être conditionnel, c'est-à-dire n'avoir lieu que pour une valeur donnée du code de condition (mot d'état). Et là encore, il y a deux variantes : brancher uniquement, si le code de condition correspond à ce qu'on a spécifié (branch ou condition true), ou brancher seulement, si cette condition n'est pas remplie (branch on condition false). Certains fabricants utilisent l'expression « branch » uniquement dans le cadre d'un adressage relatif, et « jump » seulement avec un adressage absolu ou indexé. Ces modes d'adressage seront précisés plus loin.

Les instructions de **mot d'état** (program status, condition code register, status register) peuvent modifier tel ou tel bit de ce mot, le remplacer entièrement, ou encore le recopier dans l'accumulateur.

Les instructions **d'écriture/lecture en périphérie** (write/read data, control) sont semblables à celles de chargement et de stockage, sauf qu'elles changent l'état logique sur une connexion de sortie du microprocesseur, ce qui permet aux organes périphériques de comprendre qu'on s'adresse à eux, et non pas à la mémoire.

Finalement, il y a les instructions qu'on qualifie, d'une façon aussi commode qu'imprécise, de « diverses ». Notamment le « NOP » qui ordonne au chef de ne plus rien faire pendant quelques cycles d'horloge, et le HALT, qui lui dit de tout arrêter jusqu'à l'arrivée d'un signal « reset » ou « interruption » sur les connexions correspondantes du microprocesseur.

Bien entendu, il existe des microprocesseurs qui n'ont pas toutes les instructions mentionnées ci-dessus, ou qui en ont d'autres.

Les types d'adressages (ou de codes postaux)

Les **figures 4-2** à **4-5** ont déjà permis de voir qu'il est possible d'adresser différemment une instruction. Et on obtiendra ses résultats là où on les désire, seulement si on maîtrise bien ce « code postal ».

L'adressage implicite ou inhérent (implied) est le plus simple, car on exprime alors tout sur un seul octet, comme dans le cas de la **figure 4-2**. D'une façon générale, la **figure 4-7** rappelle que la première partie de l'octet précise alors ce qu'il faut faire, et la seconde précise où. Ce « où » peut être double, car dans le cas d'une opération arithmétique et logique, il faut spécifier où il faut prendre le premier, et où il faut prendre le second des deux opérandes (soustraire le contenu de A de ce qui se trouve en B). Mais une indication de « lieu » simple suffit, par exemple, lors d'une instruction de décalage, car il suffit de spécifier, dans quel registre on veut que ce décalage ait lieu. Finalement, il y a des instructions tels que NOP, HALT ou « retour de sous-programme », qui n'ont besoin d'aucune localisation. Le nombre de bits qu'on affecte aux deux parties du « mot » **(fig. 4-7)** peut donc être variable.

L'adressage **immédiat** a déjà été mentionné dans les **figures 4-4** et **4-5**. D'une façon plus générale, la **figure 4-8** montre que la première partie du premier octet

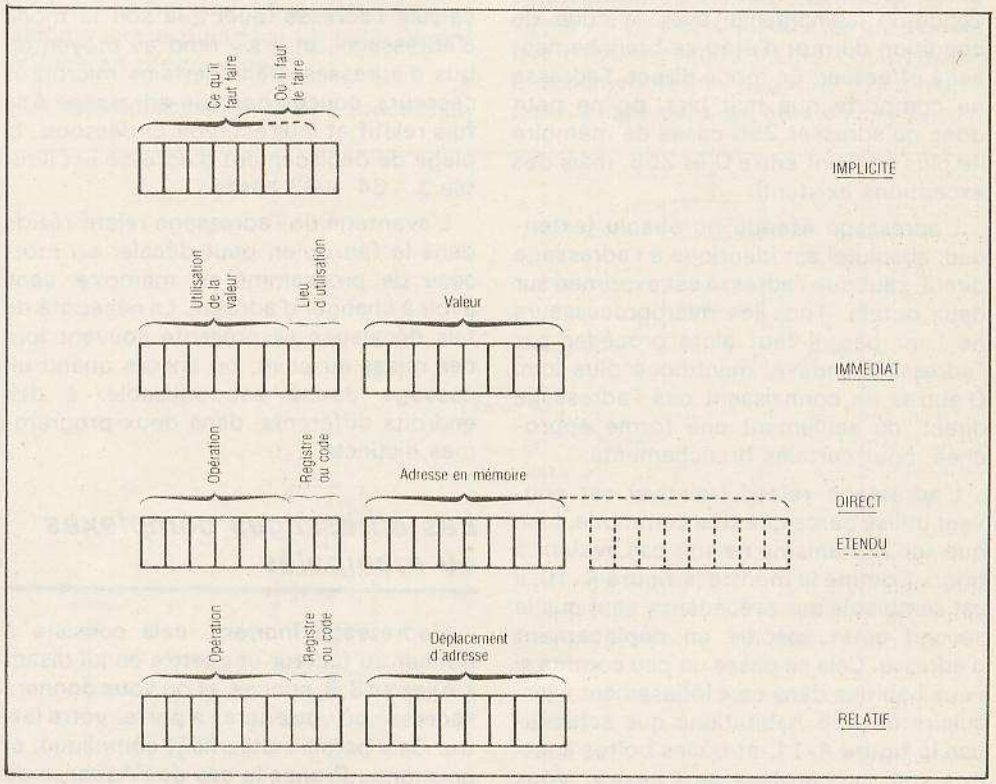


Fig. 4-7. à 4-10. – Les modes d'adressage dont on aura le plus souvent besoin.

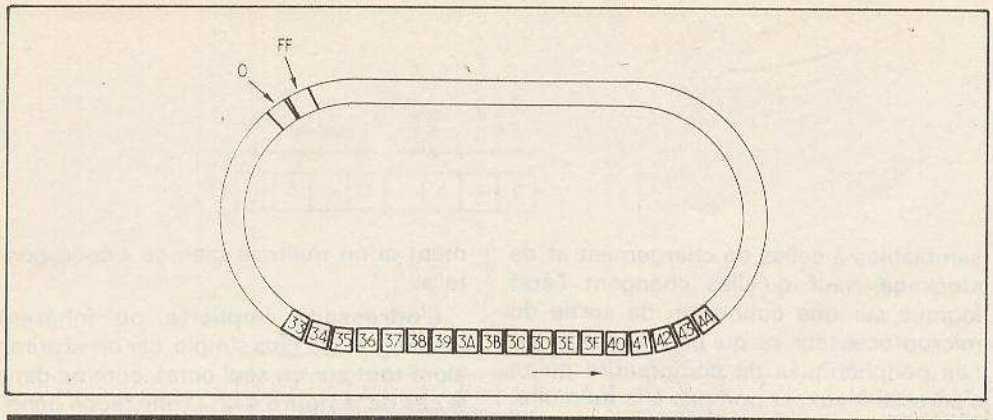


Fig. 4-11. – L'adressage relatif, c'est donner au facteur une lettre en lui disant de la porter un certain nombre de maisons plus loin.

indique ce qu'il faut faire avec la valeur contenue dans le second octet (additionner, comparer, etc.) et la seconde partie du premier octet spécifie où cela doit se passer, dans R2, par exemple.

L'adressage **direct** est illustré par la **figure 4-9.** L'opération peut être du même type que précédemment, et la fin du premier mot désigne alors l'un des opérandes et aussi le lieu (le registre) où on trouvera le résultat de l'opération, alors que l'adressage désigne l'endroit où il faut recopier l'autre opérande. A moins qu'il ne s'agisse d'une opération de stockage, consistant à recopier le contenu d'un registre à l'adresse de mémoire indiquée. Mais il peut aussi s'agir d'une instruction de branchement, auquel cas la fin du premier mot précise, sous quelle condition (coïncidence avec le code de condition du mot d'état) ce branchement est à effectuer. En mode **direct,** l'adresse ne comporte que huit bits, on ne peut donc qu'adresser 256 cases de mémoire (le plus souvent entre 0 et 256, mais des exceptions existent).

L'adressage **étendu** ou **absolu** (extended, absolute) est identique à l'adressage direct, sauf que l'adresse est exprimée sur deux octets. Tous les microprocesseurs ne l'ont pas, il faut alors procéder par l'adressage indexé, mentionné plus loin. D'autres ne connaissent pas l'adressage direct, ou seulement une forme approchée, pour certains branchements.

L'adressage **relatif** (relative) est souvent utilisé parce que très commode, bien que son mécanisme ne soit pas évident à priori. Comme le montre la **figure 4-10,** il est semblable aux précédents, sauf que le second octet spécifie un **déplacement** d'adresse. Cela se passe un peu comme si vous habitiez dans ce « lotissement » circulaire de 256 habitations que schématise la **figure 4-11,** et où les boîtes à lettres sont numérotées en « hexa ». Vous habitez au 35, et vous avez une lettre pour le locataire du 3 B. Quand le facteur fait sa tournée (dans le sens de la flèche) vous lui donnez une lettre avec l'adresse « relative » 05. Il prend la lettre, et commence un compte à rebours, en disant « 5 » quand il est devant votre premier voisin, le 36, puis il dit « 4 » devant le 37, puis « 3 » devant le 38, etc., si bien qu'il dira « 0 » devant le 3 B, et alors il met votre lettre dans la boîte du 3 B.

Et si vous voulez écrire au 33 ? Vous donnez l'adresse relative « FC », et le facteur procède de même, en faisant presqu'un tour complet. Dans une mémoire, même plus étendue, on peut ainsi adresser avec un « déplacement » de – 128 à + 127 cases par rapport à la case où on inscrit l'adresse « relative ». A remarquer, toutefois, que le « facteur » ne met pas un temps plus ou moins long suivant la distance de l'adresse. En effet, il calcule l'adresse (quel que soit le mode d'adressage), et il s'y rend au moyen du bus d'adresses. Dans certains microprocesseurs, conçus pour un adressage à la fois relatif et indirect (voir ci-dessous), la plage de déplacement d'adresse est limitée à – 64 + 63 cases.

L'avantage de l'adressage relatif réside dans le fait qu'on peut décaler un morceau de programme en mémoire, sans avoir à changer d'adresse. La nécessité de tels décalages se présente souvent lors des mises au point, ou encore quand un passage donné est utilisable, à des endroits différents, dans deux programmes distincts.

Les adressages complexes ou manipulés

L'adressage **indirect,** cela consiste à donner au facteur une lettre en lui disant « Allez au 3 B, sonnez, et on vous donnera l'adresse où vous aurez à porter votre lettre. Cela paraît inutilement compliqué, et pourtant... Prenez le cas de l'Auberge du Zéro Doré, où le client commande en tapotant sur son clavier. Pour savoir si c'est un homard à l'armoricaine, ou une bouteille de limonade qu'il veut, le chef aura bien du mal, étant donné l'intelligence qui est la sienne. S'il y a quelques 200 articles sur le menu, il faut qu'il fasse successivement quelques 200 comparaisons, en adressage immédiat (comparer avec 01, comparer avec 02, etc.). A moins qu'on ne considère la commande du client non pas comme une instruction, mais comme une adresse, celle du programme qui correspond à sa commande. On met alors ladite commande dans une case de mémoire (case « demande du client »), et on dit au chef d'y aller en « adressage indirect ». En d'autres termes, on l'envoie d'abord à l'adresse « examiner la demande du client » et quand il y arrive il se dit : tiens, ce que je trouve là est encore une adresse. Il va à cette nouvelle adresse, et il y trouve une série d'instructions « Aller au frigo, prendre une bouteille de limonade, l'essuyer, l'ouvrir, etc. ». C'est nettement plus simple qu'une série de 200 comparaisons, et même qu'une série de huit comparaisons qui peut aussi mener au résultat indiqué, si on procède bit par bit.

En fait, un adressage indirect n'est commode à mettre en œuvre qu'avec un microprocesseur dont le bus d'adresses comporte moins de 16 bits. S'il reste un bit d'adressage qui n'est pas utilisé, on peut l'employer comme « bit d'indirection », c'est-à-dire préciser qu'on veut un adressage indirect, en mettant ce bit à « 1 ». Bien entendu, un adressage indirect peut être simultanément soit étendu, soit relatif (du moins en principe).

L'adressage **indexé** se pratique de plusieurs façons. La plus simple consiste à dire, dans la partie « opération » du code d'instruction, que l'adresse qui va suivre n'est pas à prendre comme telle, mais seulement pour le calcul de la vraie adresse, et ce en ajoutant le nombre spécifié au contenu d'un registre (registre d'index réservé à cet effet, registre de pile d'adresses, parfois même registre de travail). En changeant de temps en temps le contenu de ce registre, on peut donc se promener sur pas mal de cases de mémoire, tout en exprimant toutes les adresses en direct, avec seulement un octet.

L'adressage **auto-indexé** est plus intéressant encore. Comme il se pratique de diverses manières, il convient de préciser que l'exemple de la **figure 4-13** est relatif au 2650 (RTC-Signetics). Exemple

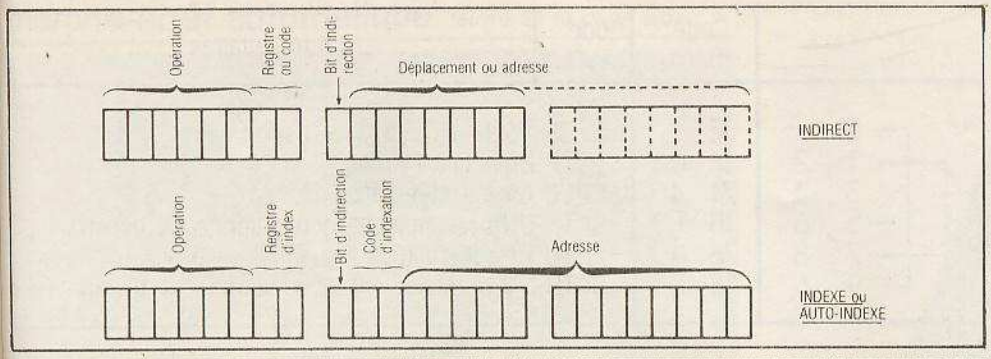


Fig. 4-12. et 4-13. – Les octets d'adresse peuvent contenir une information précisant qu'il s'agit d'une adresse indirecte, indexée ou auto-indexée.

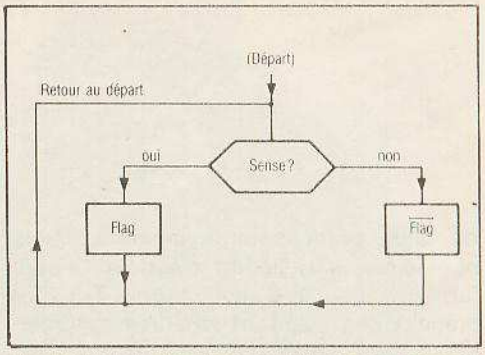


Fig. 4-14. – Exemple d'une boucle simple d'auscultation.

d'application : recherche, dans le fichier de la P.J., d'un homme grand, roux, portant barbe, trentaine, accent anglais, grand consommateur de gin. Cela fait beaucoup de choses à comparer. On instruit l'opération « comparer », on précise « registre 3 » en mettant le contenu de ce registre à zéro. Le bit d'indirection pourra rester à zéro, et dans le code d'indexation on met« 01 » ce qui signifie « auto-incrément ». L'adresse est celle où il faut prendre la première « fiche », c'est-à-dire le premier de ces codes descriptifs qui sont à comparer avec celui du bonhomme en question, et qu'on met dans le registre 0 (le code, pas le bonhomme). Quand ce programme se déroulera, l'adresse explorée sera toujours celle obtenue en ajoutant à l'adresse spécifiée le contenu du registre d'index (R3), lequel se trouve **incrémenté** (augmenté d'une unité) **automatiquement** à chaque passage. Ce n'est que quand R3 sera plein (sans qu'on ait trouvé le bonhomme) qu'il faudra s'arrêter par une instruction correspondante. On peut, de même, spécifier une indexation avec autodécrément, une indexation simple (constante), ou pas d'indexation du tout. Bien sûr, l'auto-indexation peut servir à autre chose qu'à l'identification d'un individu louche. Par exemple, au déplacement de tout un paquet de données d'un coin d'une mémoire dans un autre, ou encore au ménage que le « chef » doit faire, tous les matins, dans son frigo (mettre à zéro les contenus de mémoire avant d'y additionner les fournitures entrées).

Mais, d'après la **figure 4-13**, il semble qu'on y perd encore deux bits d'adresses ? Oui et non, car on n'est pas obligé d'indexer toutes les instructions de branchement, si bien que c'est au besoin avec elles qu'on peut se déplacer dans toute la mémoire.

Un programme simple

L'exemple de programme qui suit est donné pour qu'on le lise, et non pas tellement pour qu'on le réalise. Car pour cela, il faudra disposer d'une unité d'expérimentation de même type (Instructor 50, microprocesseur 2650, RTC Signetics), et il y a certainement un moyen de faire d'autres programmes simples avec d'autres unités. Notamment, si on peut, comme dans l'exemple qui suit, visualiser le déroulement d'un programme sans faire appel à un sous-programme d'affichage.

Le pupitre de l'instructeur 50 comporte, comme celui de la **figure 4-1**, en plus du clavier un bouton « sense », un voyant « flag » et huit autres voyants d'un port de sortie. La première expérience, montrant l'utilité d'une boucle d'exploration, sera très banale. Elle consistera à faire allumer le voyant « flag » uniquement pendant qu'on manœuvre la touche « sense ». La **figure 4-14** montre l'organigramme correspondant, et qu'il faudra traduire en programme.

Le microprocesseur utilisé fonctionne avec un mot d'état en deux octets, dont l'un s'appelle « supérieur » (PSU, program status, upper), alors que l'autre s'appelle « inférieur » (PSL, program status, lower). Le bit « sense » (qui passe à « 1 » quand on manœuvre le bouton « sense ») est le premier (tout à gauche) de PSU. En transférant PSU dans R0 (Accumulateur), le « chef » aura donc l'impression d'avoir reçu quelque chose de « négatif » si sense = 1, ou de positif, si sense = 0. On peut donc utiliser une instruction de branchement conditionnel (BCTR, branch on condition true), pour aller à la mise à « 1 » de flag si sense = « 1 », et inversement. On utilise, pour cela, les instructions CPSU (clear program status) et PPSU (preset program status). Ce sont des instructions à adressage immédiat et qui contiendront, dans leur second octet, la valeur « 40 » = 0100 0000, ce qui signifie que c'est le second bit de PSU (qui est précisément le bit « flag ») qu'il faut manipuler. Finalement, on aura encore besoin

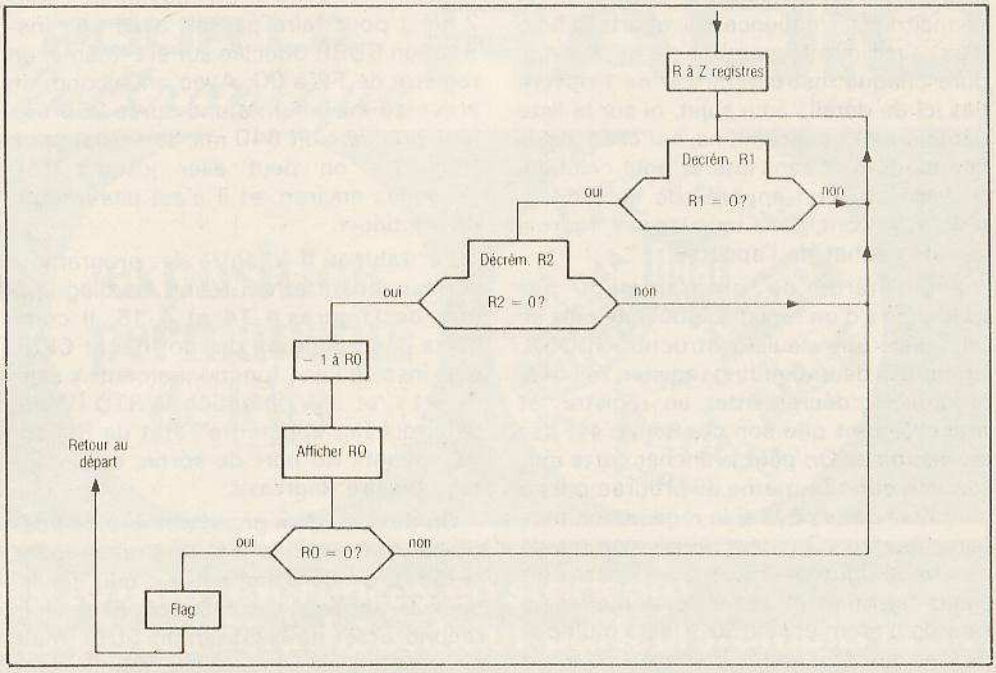


Fig. 4-15. – Boucle de retard fonctionnant avec trois registres.

Case	Code mach.	Code mnemo	Commentaires
0	12		SPSU PSU→RO. CC = 10 si bit sense = 1
1 , 2	1A 08		BCTR Brancher à « flag », si CC = 10.
3 , 4	74 40		CPSU Clear (retirer) flag.
5 , 6	1B F9		BCTR-UN branchement inconditionnel au départ.
7 , 8	76 40		PPSU Preset (mettre) flag.
9 , A	1B F5		BCTR-UN branchement inconditionnel au départ.

Tableau I

Case	Code mach.	Code mnemo	Commentaire
0 , 1	12		SPSU PSU→RO. CC = 10 si bit sense = 1
1 , 2	1A 08		BCTR brancher à boucle retard, si CC = 10
3 , 4	74 40		CPSU clear flag
5 , 6	1B F9		BCTR-UN branchement inconditionnel au départ
7 , 8	75 18		CPSL banc registres 0, opérations sans report
9	20		EORZ ou exclus de RO avec lui-même, pour r. à z.
A	C1		STRZ RO→R1, pour remise à zéro R1
B	C2		STRZ RO→R2, pour remise à zéro R2
C , D	F9 FE		BDRR, R1 avec bouclage sur lui-même
E , F	FA FC		BDRR, R2 avec bouclage sur R1
10 , 11	A4 01		SUBI, RO DIMINUER RO d'une unité
12	F0		WRTD, RO afficher le contenu de RO
13 , 14	58 F7		BRNR, RO brancher à R1 tant que RO = 0
15 , 16	76 40		PPSU preset flag
17	9B 00		ZBRR retour direct à adresse 00

Tableau II

de deux branchements inconditionnels, pour le retour au départ, c'est-à-dire pour fermer la boucle d'auscultation. Tous les branchements se font en adressage relatif.

Le **tableau I** donne le programme correspondant, avec, à gauche, les numéros de cases de mémoire où on met les instructions successives. La colonne suivante contient le « code machine » relatif à chaque instruction, c'est-à-dire ce qu'il faut entrer par le clavier. Quand une instruction comporte deux octets (ou trois), on les inscrit sur une même ligne. La colonne suivante est celle du « code mnémo », où on trouve les « noms » conventionnels des instructions. Finalement, on trouve un bref commentaire pour chaque instruction.

Allonger la sauce

Comme le programme de la **figure 4-14** n'est pas très spectaculaire, on peut l'agrémenter d'une boucle de retard qui fait que le voyant « flag » ne s'allume qu'un certain temps après la manœuvre de la touche « sense ». Si l'appareil comporte un générateur d'horloge stabilisé par quartz, la méthode décrite permettra d'obtenir des retards très précis, et dont on pourra programmer la durée dans de très larges limites. Il suffit, pour cela, de connaître la fréquence du quartz d'horloge, ainsi que le nombre de cycles que dure chaque instruction. On ne trouvera pas ici de détails à ce sujet, ni sur la liste complète des instructions, car ces renseignements sont sans intérêt pour celui qui travaille avec un appareil de type différent, et ils sont, dans tous les cas, fournis lors de l'achat de l'appareil.

Les retards se programment par « vidange » d'un registre. Souvent, cela se fait avec une seule instruction (BDRR, Branch on decrementing register, relative) et qui dit : décrémenter un registre, et brancher tant que son contenu n'est pas devenu zéro. On peut brancher cette instruction **sur elle-même**, le programme ne continuera alors que si le registre est parvenu à zéro. On peut ainsi, comme le montre la **figure 4-15**, se boucler sur plusieurs registres (ou cases de mémoire). Le retard du premier se trouve alors multiplié par le nombre d'unités qu'on vide dans le second, etc.

Le retard sera maximal quand on met les registres à zéro au départ, car ils passent alors à « FF » avant la première comparaison avec « 0 ». En moyenne, il faut 2,5 ms pour faire passer, avec une instruction BDRR bouclée sur elle-même, un registre de FF à 00. Avec un second, on arrive au maximum à une durée 256 fois plus grande, soit 640 ms, si on ajoute un troisième, on peut aller jusqu'à 164 secondes environ, et il n'est pas interdit de continuer.

Le **tableau II** montre le programme correspondant et qui réunit les diagrammes des **figures 4-14** et **4-15**. Il comporte une opération de mot d'état CPSL qui instruit un fonctionnement « sans report », et une opération WRTD (Write data) qui fait apparaître l'état de RO sur les voyants du port de sortie, en comptage binaire dégressif.

On dispose d'un grand nombre de possibilités de modification, notamment pour la durée de déroulement. Le plus facile, pour la diminuer, c'est de changer le second octet de l'instruction SUBI, mais on peut aussi, en décalant tout le programme, remplacer les STRZ par des LODI (charge immédiate) spécifiant certaines valeurs. On peut aussi, pour observer un comptage binaire normal sur les voyants du port de sortie, modifier le programme de façon qu'on puisse remplacer l'instruction SUBI par une du type ADDI (addition immédiate). De plus, s'attaquant à la notion de sous-programme, on peut faire en sorte que, alternativement, le voyant flag s'allume quand on est passé une première fois par la boucle de retard, et qu'il s'éteint quand on y passe la fois suivante.

L'expérience montre qu'on se familiarise très vite avec le langage du microprocesseur, et que c'est déjà après quelques jours d'exercices qu'on arrive à concevoir soi-même de petits programmes. Mais cela seulement si on reste toujours conscient d'une particularité du microprocesseur : cette stupidité aussi attristante qu'énorme, aussi désespérante qu'exemplaire, aussi déroutante qu'irrémédiable.

A vous de faire en sorte qu'elle n'apparaisse pas dans votre programme.

H. SCHREIBER

CHARGEUR DE BATTERIE à marche-arrêt automatique *(suite de la page 96)*

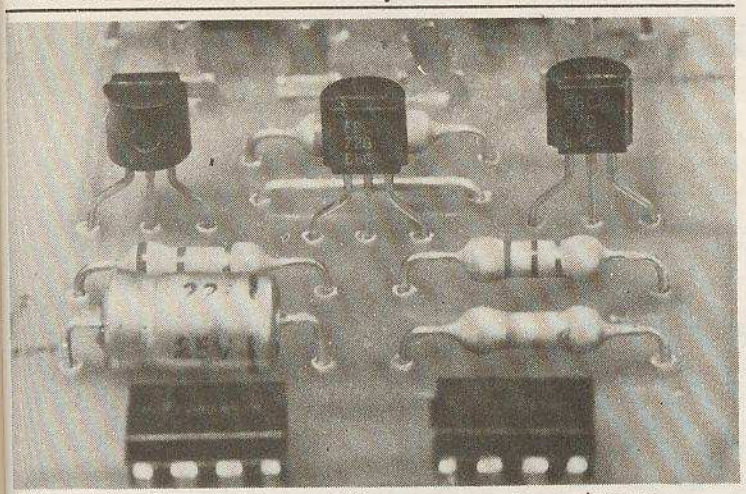


Photo 2. – Ce montage utilise, comme transistors, uniquement des PNP silicium en boîtier époxy.

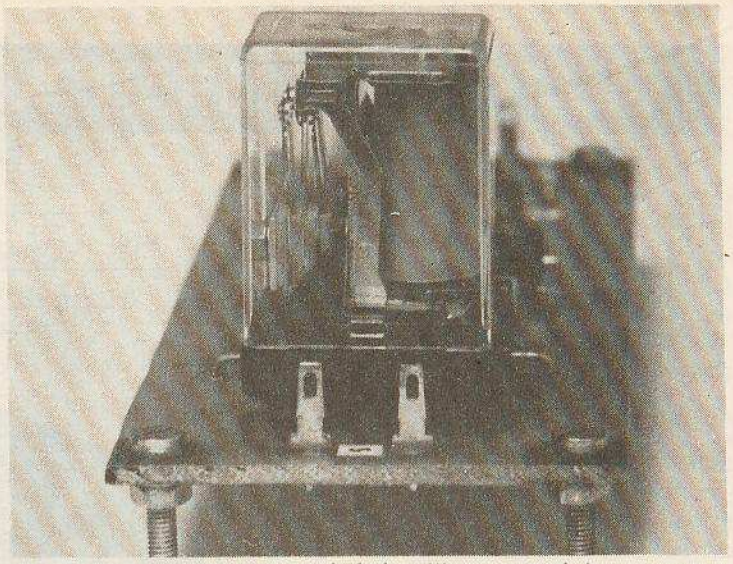


Photo 3. – L'auteur a préféré utiliser un relais en tant qu'élément de commutation.

Réalisation pratique

Le tracé du circuit est donné **figure 4**, à l'échelle 1. Avant d'entamer la réalisation du circuit il sera nécessaire de compléter le tracé en fonction du relais utilisé.

L'implantation des composants sera facilité par la **figure 5**. Attention au strap. Les deux 741 pourront être indifféremment montés sur support ou, pour les plus habiles, directement sur circuit.

J.-P. TEYCHENE

Liste des composants

R_1 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R_2 : potentiomètre pour CI, 22 kΩ
R_3 : potentiomètre pour CI, 22 kΩ
R_4 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R_5 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R_6 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R_7 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R_8 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_9 : voir texte
R_{10} : 680 Ω (bleu, gris, brun)
C : 22 µF / 10 V
D : 1N4001
D_2 : 6,2 V, 400 mW
IC_1 : IC_2 : µA741
T_1, T_2, T_3 : BC 320, 728, 2N2907.
Fusible 300 mA
Relais 12 V, 2RT
LED couleur au choix.

lyon-rhône alpes...même prix qu'à paris!

TOUT POUR LA RADIO Electronique

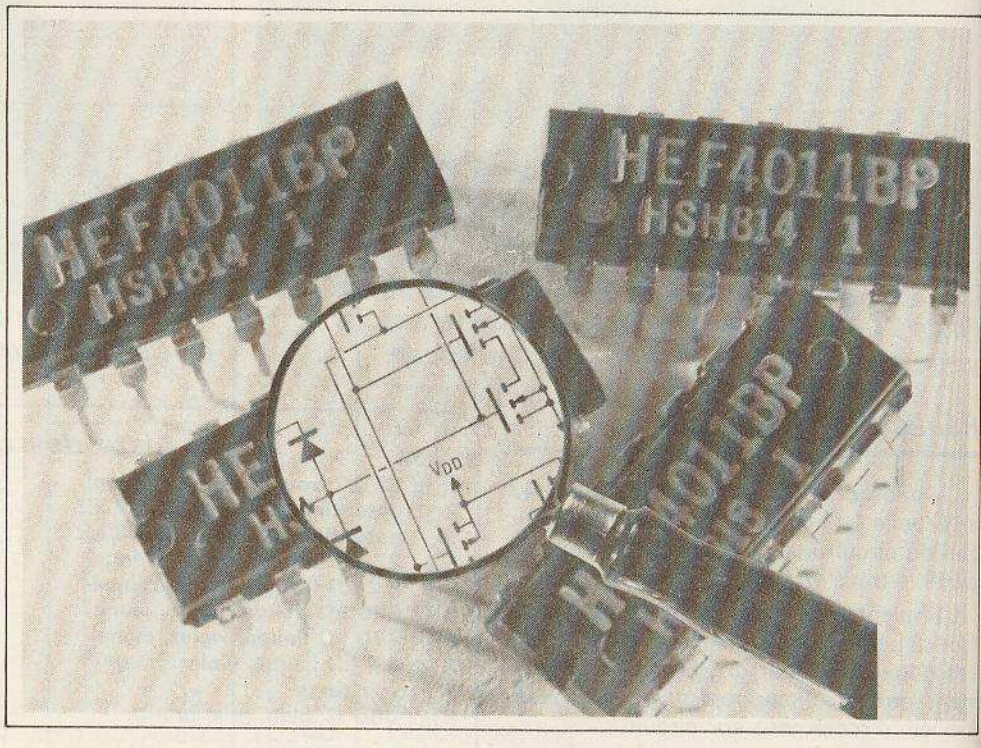
AUDAX IMD JOSTY KIT RTC BST POLYKIT metrix Celestion OK KITS TRANSCO HAMEG Garrard

exposition permanente de kits

ITT Kerinskit micom CdA Dual AMTRON TENTRAD CORAL SIARE KITS Peerless « ROSELSON »

... et toujours 20 000 références en stock de:
composants électroniques. pièces détachées. haut-parleurs. amplis etc...

66 COURS LAFAYETTE - LYON 69003 / TEL. 60.26.23



Parlez-moi du 4011 !

(5e partie)

APRÈS examen théorique du fonctionnement des portes NAND et des particularités de la technologie C-MOS, nous avons développé, au cours des articles précédents de cette série, les grandes applications fondamentales du circuit 4011 : monostables, multivibrateurs astables, triggers de Schmitt et bistables commandés par impulsions.

Continuant l'examen des applications pratiques pour lesquelles le circuit fonctionne en tout ou rien, nous arrivons maintenant à une diversité qui n'autorise plus un classement facile en grandes catégories. On trouvera donc une succession d'exemples indépendants les uns des autres, mais qui enrichiront la schémathèque du lecteur.

I – Circuit suppresseur de rebondissements

Dans divers cas, et notamment lors des opérations de mise au point de compteurs, on souhaite commander manuellement, par l'intermédiaire d'un bouton-poussoir, l'application d'un front de tension raide, montant ou descendant.

A première vue, le problème semble tout à fait simple à résoudre, par exemple à l'aide du montage de la **figure 1**. Lorsque le poussoir P_0 est ouvert, on dispose, sur la sortie S, d'une tension continue égale à la tension d'alimentation + E. A l'instant t_o où on ferme P_0, les contacts de cet interrupteur court-circuitent la sortie, et la tension passe brusquement de + E à zéro.

Dans la pratique, un contact mécanique ne se ferme et ne s'ouvre jamais franchement. Il existe toujours une succession de rebondissements, donnant de façon aléatoire, plusieurs ouvertures et plusieurs fermetures successives. Dans ces conditions, on n'obtient pas le flanc unique représenté à la courbe (a) de la **figure 2**, mais la suite d'impulsions de la courbe (b). Comme on le voit, il y a, dans notre exemple, quatre flancs descendants. Si on exploite le montage de la **figure 1** pour essayer un compteur, celui-ci défilera de quatre pas, au lieu d'un.

Différents remèdes peuvent être pro-

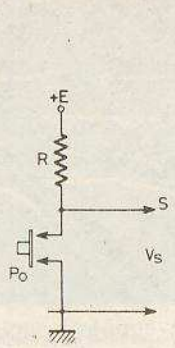


Fig. 1.

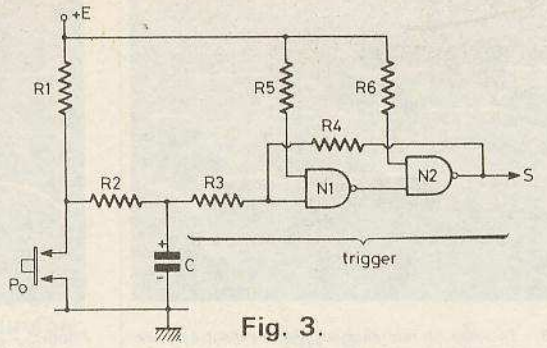


Fig. 3.

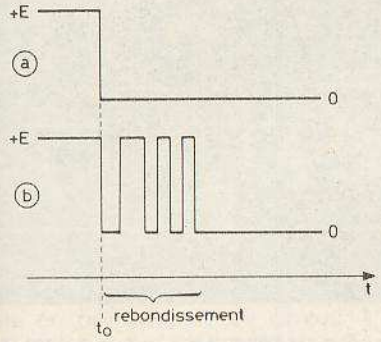


Fig. 2.

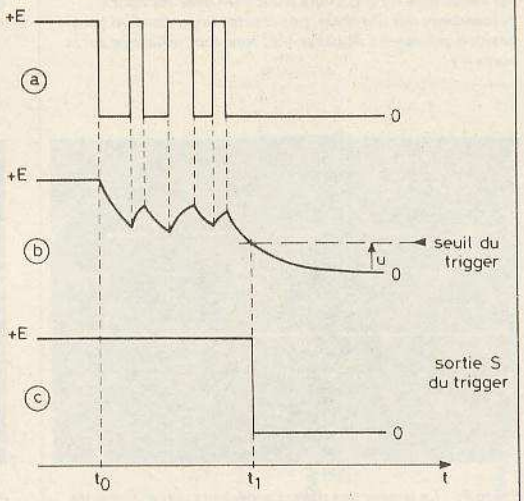


Fig. 4.

posés, et la **figure 3** illustre l'un d'entre eux. Les impulsions multiples recueillies à la base de R_1 lors de chaque manœuvre du poussoir P_0, sont partiellement intégrées par l'ensemble R_2 C. Si la ligne (a) de la **figure 4** représente le signal aux bornes de l'interrupteur, les tensions disponibles sur l'armature positive du condensateur, sont celles de la ligne (b).

On les applique à l'entrée d'un trigger de Schmitt, construit autour de deux portes NAND N_1 et N_2, selon une configuration que nous connaissons maintenant. Si u est le seuil de ce trigger, le basculement de sa sortie, de l'état haut vers l'état bas, n'intervient qu'à l'instant t_1, postérieur à celui du dernier rebondissement des contacts. Le délai $t_1 - t_0$ ainsi introduit, et qui se situe aux alentours de la milliseconde, ne présente aucun inconvénient pour une commnde manuelle.

II – Circuit doubleur de fréquence

Un circuit, délivrant sur sa sortie des impulsions à une fréquence double de celles qu'on applique sur son entrée, est réalisable selon les indications de la **figure 5**. Son fonctionnement sera expliqué par référence au diagramme de la **figure 6**, où chaque ligne est caractérisée par une lettre permettant de localiser le signal correspondant, sur le schéma de la **figure 5**.

A l'entrée, on applique les impulsions A, dont il importe peu qu'elles soient, ou non, symétriques. Ces impulsions sont dirigées simultanément dans deux directions. D'abord, elles atteignent la porte N_1, qui travaille en inverseur, puisque ses deux entrées sont réunies : à la sortie de N_1, on trouve donc le signal B, en opposition de phase avec A.

D'autre part, les mêmes créneaux d'entrée, dérivés par la cellule C_1 R_1, donnent, lors de chacun de leurs flancs descendants, les courtes impulsions négatives illustrées en C.

Les signaux rectangulaires B subissent eux aussi une dérivation, par la cellule C_2 R_2 : à chacun de leurs flancs descendants, correspond une impulsion négative du signal D.

Or, les signaux C et D sont appliqués respectivement aux deux entrées de la

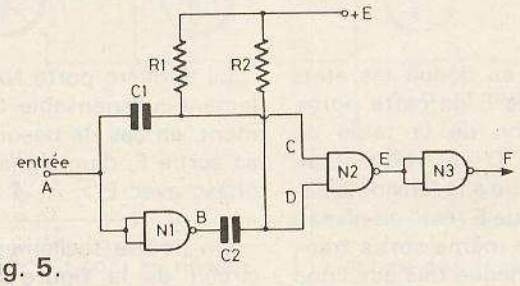


Fig. 5.

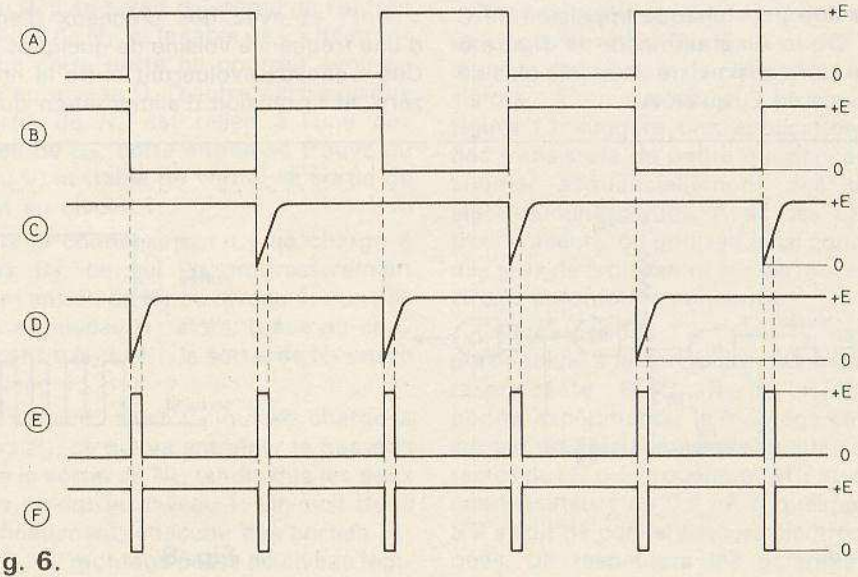


Fig. 6.

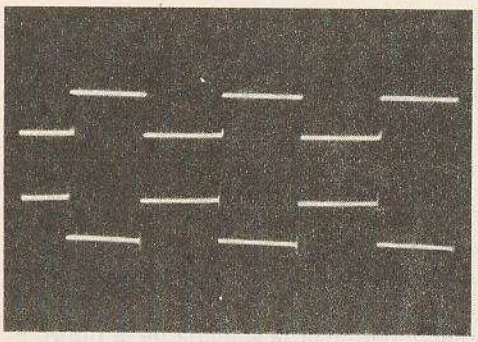


Photo A. – La trace du haut représente les créneaux appliqués à l'entrée du montage de la figure 5. A la sortie de la porte N_1, qui travaille en inverseur, on retrouve les créneaux en opposition de phase, de la trace inférieure.

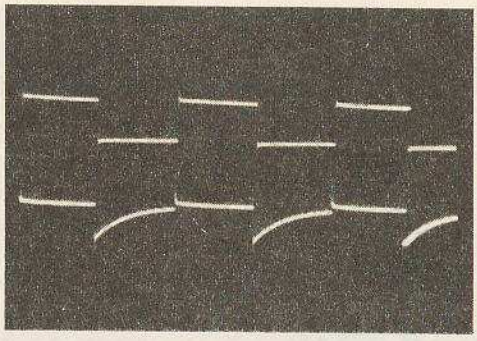


Photo B. – Toujours par référence aux signaux d'entrée (trace du haut), la trace inférieure montre les impulsions fabriquées par l'ensemble R_1 C_1, et qui coïncident avec les flancs descendants des créneaux. Les courtes impulsions en lancée positive, au-dessus du palier + E, sont sans influence sur la porte N_2.

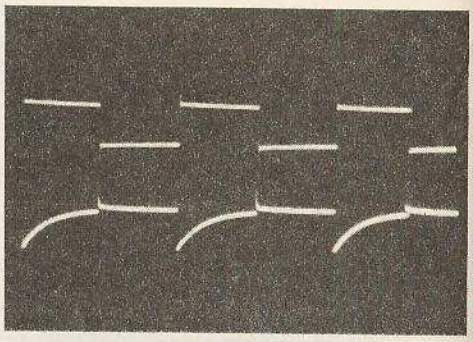


Photo C. – Les impulsions prises sur le point commun à R_2 et C_2, sont en opposition de phase, par rapport aux précédentes : elles coïncident donc avec les flancs montants du signal d'entrée.

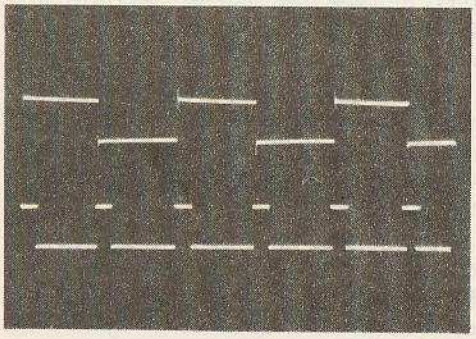


Photo D. – Finalement, à chaque flanc montant ou descendant des créneaux de commande, correspond une impulsion rectangulaire, à la sortie de la porte N_2 : il y a bien doublement de fréquence.

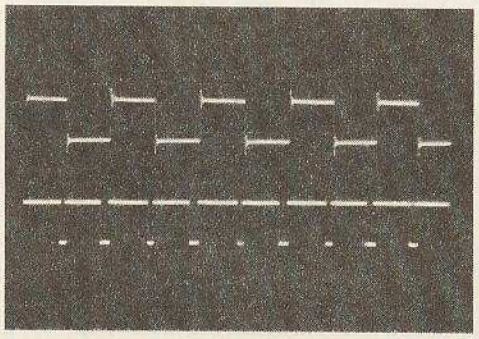


Photo E. – La largeur des paliers supérieurs, sur le signal de sortie, ne dépend que des constantes de temps R_1 et R_2 C_2. Si on augmente la fréquence du signal de commande, le rapport cyclique est donc modifié. La fréquence maximale, pour une valeur donnée de R_1 C_1 et R_2 C_2, est atteinte lorsque les paliers inférieurs disparaissent. On pourrait obtenir un signal plus symétrique, en diminuant R_1 C_1 et R_2 C_2.

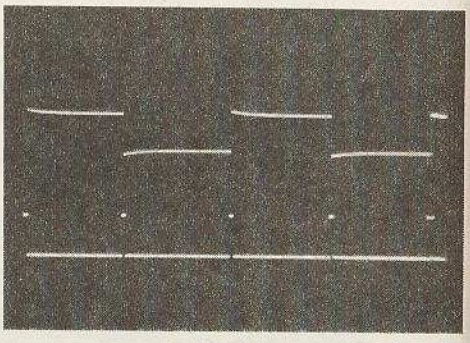


Photo F. – Avec une fréquence plus faible, au contraire, ce sont les paliers inférieurs qui deviennent prépondérants, puisque les paliers supérieurs conservent toujours la même largeur. Ici, on pourrait obtenir un signal plus symétrique, en augmentant R_1 C_1 et R_2 C_2.

porte NAND N_2. On en déduit les états successifs de la sortie E de cette porte, par simple application de la table de vérité. Lorsque C et D se trouvent au niveau haut (c'est-à-dire à la tension d'alimentation + E), la sortie E reste au niveau bas. Par contre, cette même sortie transite au niveau haut, chaque fois que l'une des entrées de N_2 passe au niveau bas, c'est-à-dire pour chaque impulsion de C ou de D : le diagramme de la **figure 6** montre alors qu'il existe deux fois plus de transitions en E, qu'en A.

La dernière porte NAND N_3, n'est nullement indispensable. Elle permet simplement, en cas de besoin, de disposer, sur sa sortie F, d'un signal en opposition de phase avec E.

On pourra facilement expérimenter le circuit de la **figure 5**, en prenant par exemple $R_1 = R_2 = 22\ k\Omega$, $C_1 = C_2 = 1$ nF, et avec des créneaux d'entrée d'une fréquence voisine de quelques kHz. Ces créneaux évolueront entre le niveau zéro, et la tension d'alimentation du circuit 4011. Les oscillogrammes qui accompagnent cet article montrent les résultats obtenus.

III – Circuit modulateur d'impulsions

Dans de nombreuses applications, on a besoin de trains d'impulsions, séparés par des paliers. Un tel signal peut être construit, à l'aide du circuit de la **figure 7**.

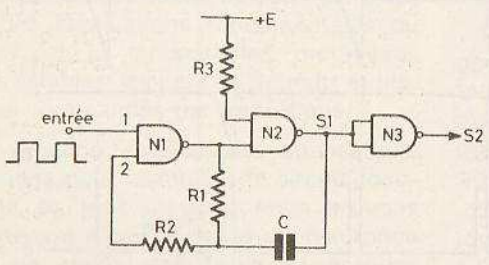


Fig. 7.

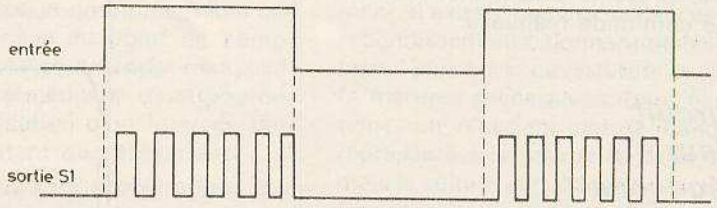


Fig. 8.

On reconnaît, dans l'ensemble qui entoure les portes N_1 et N_2, un multivibrateur comme nous en avons déjà étudié dans la troisième partie de cette série (Electronique Pratique n° 23). Toutefois, une différence apparaît : l'une des entrées de N_1 reçoit, en effet, un signal externe de commande, sous forme de créneaux logiques.

Deux cas peuvent alors se présenter. Supposons, d'abord, que l'entrée 1 de N_1 se trouve portée au niveau logique 1 (c'est le cas pendant chaque palier supérieur du signal de commande) : le multivibrateur fonctionne normalement et délivre en sortie des créneaux rectangulaires, dont la fréquence dépend du choix des composants R_1 et C.

Au contraire, lorsque l'entrée 1 de N_1 se trouve au niveau logique 0, c'est-à-dire pour chaque palier inférieur du signal de commande, la sortie de cette même porte reste en permanence au niveau 1 (voir table de vérité), et l'oscillateur est bloqué. La sortie de N_1 se trouvant alors maintenue au niveau logique 1, celle de N_2 est au niveau 0.

Finalement, le diagramme de la **figure 8** donne la correspondance entre le signal de commande (ligne supérieure), et les trains d'onde en sortie du multivibrateur (ligne inférieure). Bien entendu, la fréquence du premier signal doit être plus faible que la fréquence d'oscillation.

Dans la figure 7, nous avons ajouté une porte N_3 utilisée en inverseuse, pour mettre en forme les créneaux de sortie. Cette porte n'est évidemment pas indispensable.

IV – Oscillateurs en cascade

On utilise de tels oscillateurs, pour allumer séquenciellement une série de lampes, par exemple : c'est la base même des montages baptisés « chenillards ». Il est possible d'ajouter, les uns derrière les autres, autant de circuits qu'on le désire ; pour les besoins de la démonstration, nous nous limiterons à trois étages, comme dans l'exemple de la **figure 9**.

Supposons qu'à un instant donné, la sortie de la porte N_1 se trouve au niveau logique 0 (tension nulle).

Nous allons d'abord montrer que, dans cette hypothèse, toutes les autres sorties

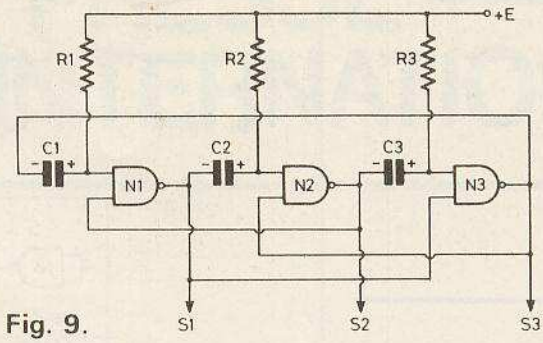


Fig. 9.

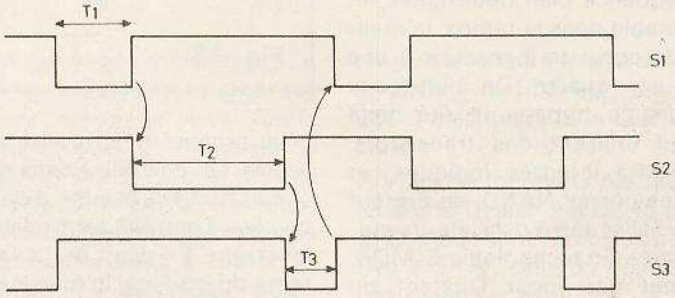


Fig. 10.

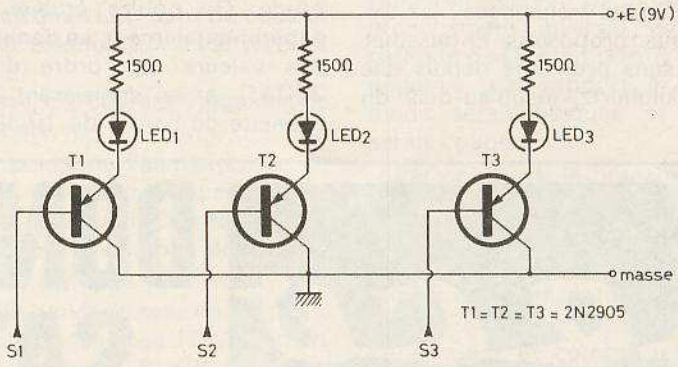


Fig. 11.

(ici, celles de N_2 et de N_3) sont au niveau logique 1. En effet, si N_2 avait sa sortie au niveau 0, il en serait de même de l'entrée inférieure de N_1, et la table de vérité montre que cette porte ne pourrait avoir sa sortie au niveau 0. D'autre part, puisque la sortie de N_1 est reliée à l'une des entrées de N_3, cette entrée se trouve au niveau 0, et (table de vérité), la sortie de N_3 est au niveau 1.

Mais le condensateur C_2 se charge à travers R_2, ce qui va progressivement porter l'entrée de N_2 au niveau 1, donc sa sortie au niveau 0 : alors, grâce au couplage entre N_2 et N_1, la sortie de N_1 passe au niveau 1.

Maintenant, c'est C_3 qui se charge à travers R_3, ce qui va entraîner le passage à 0 de la sortie de N_3, tandis que les deux autres seront au niveau 1. On voit donc que, finalement, chacune des sorties S_1, S_2 et S_3 du montage passe au niveau logique 0, tandis que les deux autres sont en 1 : c'est ce que résume le diagramme de la **figure 10**.

Dans la pratique, on peut évidemment utiliser les sorties S_1, S_2, S_3 pour commander des circuits de puissance, à transistors, à thyristors ou à triacs. La **figure 11** suggère une application avec des transistors de petite puissance, pour allumer séquenciellement des diodes électroluminescentes. Avec des LED de trois couleurs, on pourrait ainsi construire des feux de croisement sur les routes d'un circuit automobile miniature.

Chaque période T_1, T_2 ou T_3, est proportionnelle à la constante de temps correspondante : R_1 C_1, R_2, C_2, R_3 C_3. On pourra expérimenter le montage en choisissant des résistances de quelques centaines de kΩ ou de quelques MΩ, avec des condensateurs de 0,1 µF à quelques µF. S'il s'agit de condensateurs électrochimiques, on respectera les polarités indiquées sur la **figure 9**.

V – Le 4011 et les oscillateurs à quartz

On sait que, pour obtenir des oscillations de fréquence bien déterminée, et surtout très stable dans le temps, la meilleure méthode consiste à recourir à une stabilisation par quartz. De nombreux montages de ce type ont été déjà proposés, qui utilisent des transistors. Mais les circuits intégrés logiques, et notamment les portes NAND, se prêtent très bien à la réalisation d'oscillateurs stabilisés par quartz. En technologie C-MOS, qui ne permet pas (pour l'instant du moins) des commutations très rapides, on devra simplement se limiter dans le domaine des hautes fréquences : les circuits que nous proposons ci-dessous, fonctionnent sans problème depuis une centaine de kilohertz, jusqu'au-delà du mégahertz.

Fig. 12.

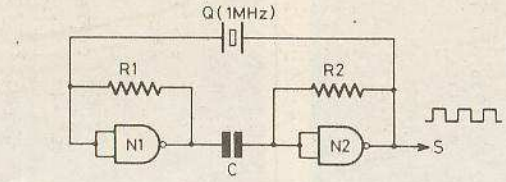
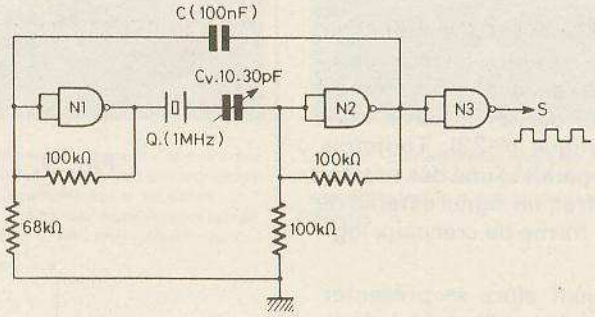


Fig. 13.



Le premier d'entre eux, est celui de la **figure 12,** qui utilise deux des portes d'un circuit 4011. Chacune d'entre elles, puisque leurs entrées sont reliées, travaille en inverseur. En dépit de la simplicité apparente du schéma, le mécanisme de l'oscillation relève d'une théorie complexe, qui déborderait largement le cadre de notre étude. On pourra étudier le montage expérimentalement, en donnant à R_1 et R_2 des valeurs de l'ordre de 100 kΩ à 220 kΩ, et en choisissant, pour C, une capacité de l'ordre de 10 nF.

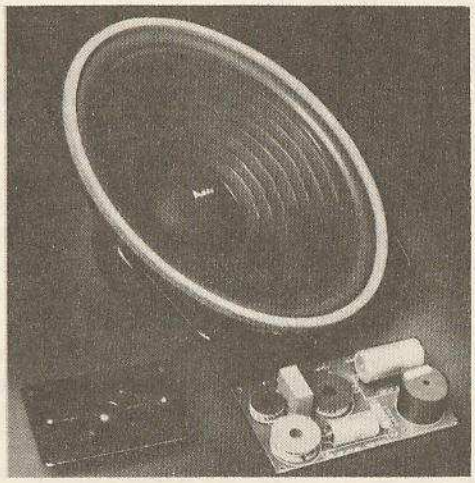
Un autre oscillateur, d'un fonctionnement très sûr, est schématisé dans la **figure 13.** Sa fréquence peut être ajustée exactement sur 1 MHz, grâce au condensateur ajustable C_V. Naturellement, un tel réglage suppose qu'on puisse mesurer avec précision cette fréquence.

La porte N_3, qui n'intervient pas dans l'oscillateur proprement dit, permet d'éviter de le charger par les circuits d'utilisation.

R. RATEAU

heco®

DONNE TOUJOURS SATISFACTION !



LA HI-FI SUR MESURE
avec les haut-parleurs HECO®

KHC 19/6	2.12.9015	62,00 F	
KHC 25/6	2.12.9016	77,00 F	Prix TTC à l'unité
KMC 38/6	2.12.9061	116,00 F	
KMC 52/6	2.12.9062	189,00 F	
MC 104	2.12.9063	34,00 F	
TC 136	2.12.9124	125,00 F	
TC 176	2.12.9125	135,00 F	
TC 206	2.12.9126	144,00 F	
TC 246	2.12.9127	189,00 F	
TC 256	2.12.9128	296,00 F	
TC 306	2.12.9129	352,00 F	
KHC 25/8	2.01.201	118,00 F	
TC 200/8	2.01.224	243,00 F	
FILTRES			
HN 741	2.12.9017	53,00 F	
HN 742	2.12.9018	67,00 F	
HN 743	2.12.9019	116,00 F	
HN 744	2.12.9029	190,00 F	

FESTIVAL INTERNATIONAL DU SON 1980
Niveau 1 - Stand 117 - Av. Hector Berlioz

RANK HAUTE FIDELITE

REVUE de la PRESSE TECHNIQUE INTERNATIONALE

Détecteur de niveau logique ou de polarité à 555 et des diodes

DANS Funkschau vol. 26 année 1951 (décembre 1979) nous relevons une description d'indicateur de niveau logique ou de polarité, utilisant un 555 dans un montage original dont l'auteur est Eduard Osterwil.

Le schéma de l'appareil est donné à la **figure 1**. Cet appareil testeur convient tout particulièrement pour les circuits intégrés logiques TTL et C.MOS, et également, pour les essais et vérifications des lignes électriques.

L'élément sensible de cet appareil est le circuit intégré temporisateur 555 qui est trop bien connu de nos lecteurs pour qu'il soit nécessaire de le présenter à nouveau.

On effectue les essais en appliquant la pointe d'essais P reliée au point 2 (trigger) du 555 aux points à tester et les diodes électroluminescentes LED1 et LED servironts d'indicateurs lumineux. Grâce à l'entrée sur le point terminal 2, la sensibilité de ce testeur est très poussée. Un attouchement du doigt sur la pointe P suffit pour voir les indicateurs réagir. Le courant dans le circuit du point trigger est négligeable, au repos et très faible lorsqu'il y a une charge. Un avantage de ce montage est qu'il suffit d'une tension égale à un tiers de U_b la tension d'alimentation, pour pouvoir essayer des tensions correspondant aux niveaux L (ou 0 au niveau bas) et H (ou 1 au niveau haut).

L'indicateur s'effectue grâce aux deux LED reliées au point terminal de sortie 3 du CI 555. Les deux LED sont de couleur différente, par exemple l'une est verte et l'autre rouge.

Lors des essais, le courant trigger est de 0,5 microampère.

En ce qui concerne l'alimentation, on connectera au +, le point marqué de cette polarité reliée à R_1 de 150 Ω tandis que le point (–), relié à la cathode de D_2 sera relié en négatif de l'alimentation.

On pourra se servir de celle de l'appareil à tester, ne dépassant pas 10 V. Remarquons le point terminal 6 relié à la ligne positive par R_2 de 18 kΩ.

Si, au cours des essais, la sortie 3 est au niveau bas (L ou 0) la LED 2 s'allumera car son anode sera au niveau haut et sa cathode au niveau bas.

Par contre, la diode LED 1 restera obscure, car son anode sera à un niveau de tension inférieure à celui de sa cathode. Si la sortie 3 du 555 est au niveau haut. La LED 1 s'allumera et la LED 2 restera abscure.

Voici les fonctions des diodes D_1 et D_2. La diode D_1 est une diode zener, du type ZPD, stabilisant la tension de la ligne positive à 5,1 V, celle du point (+) ne devant pas dépasser 10 V.

La diode D_2 a pour mission de protéger l'appareil testeur de niveau contre un branchement inversé. En effet, si la cathode de D_2 était positive au lieu d'être négative, par rapport à l'anode, cette diode serait bloquée et l'alimentation serait coupée.

Par contre, si le branchement de l'alimentation est correct, D_2 est conductrice et l'alimentation remplit sa fonction.

A noter que sur le schéma de la **figure 1** le 555 est représenté avec son brochage réel, le boîtier étant vu de dessus. Par conséquent, et, compte-tenu du fait qu'il n'y a aucun croisement des connexions entre les divers points de branchement du montage, les expérimentateurs pourront s'inspirer de ce schéma théorique pour établir eux-mêmes le plan de la platine imprimée correspondante.

Pour faciliter la tâche de ces expérimentateurs, nous donnons à la **figure 2**

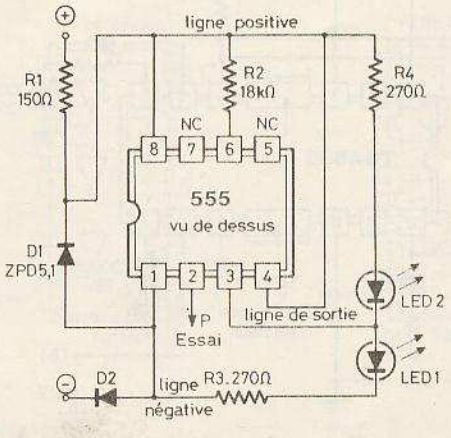


Fig. 1

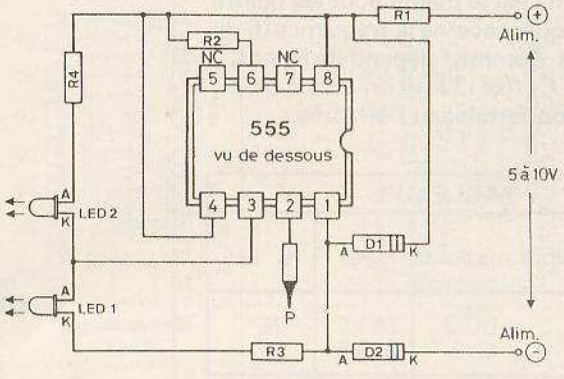


Fig. 2

un plan des connexions et des composants avec le 555 vu de dessous, donc du côté de ses broches.

Le modèle définitif pourrait être de très faibles dimensions, car il y a beaucoup d'espace libre sur le plan de la **figure 2**.

Le fil reliant le trigger 2 à la pointe P sera de longueur suffisante, par exemple 50 cm, mais ne pas le prévoir plus long.

La diode zener D est de 5,1 V et de faible puissance.

Un BIG-BEN électronique à cinq 555 et autres semi-conducteurs

Le nombre des applications du 555 semble inépuisable. Dans ELO vol. 9 de 1979, on publie une description de Big-Ben électronique proposée par Michel Heysinger et Karl Reiter. Le schéma général simplifié de cet appareil assez compliqué est donné à la **figure 3**. Lorsque le bouton K est actionné, ce bouton étant en position de coupure, les impulsions produites par le générateur horloge, à la fréquence de 1 Hz environ, celui-ci, associé au décodeur, détermine l'ordre dans lequel les signaux BF (quatre en tout) provenant des quatre oscillateurs BF, seront utilisés et transmis ensuite à l'amplificateur BF de puissance suivi du haut-parleur.

Dans la mélodie du Big.Ben il y a huit notes en tout, mais quatre sons différents, car chacun est émis deux fois selon un ordre qui a été observé dans la réalisation de cet appareil.

Passons maintenant à une analyse plus détaillée de ce montage à l'aide des schémas des figures suivantes.

Les oscillateurs

A la figure 4, on donne le schéma des quatre oscillateurs BF utilisant des 555.

Ce schéma est le même pour les quatre sauf en ce qui concerne la fréquence (f) du signal émis. Comme f dépend de R_2 et C_1, en laissant C_1 fixe (33 nf) on aura à modifier R_2 selon le tableau I ci-après.

TABLEAU I			
Oscillateur	Note musicale	f (Hz)	R_2 (kΩ)
1	c' = DO 3	261,6	75
2	c' = MI 3	329,5	51
3	d' = RE 3	293,7	62
4	g = SOL 2	196	100

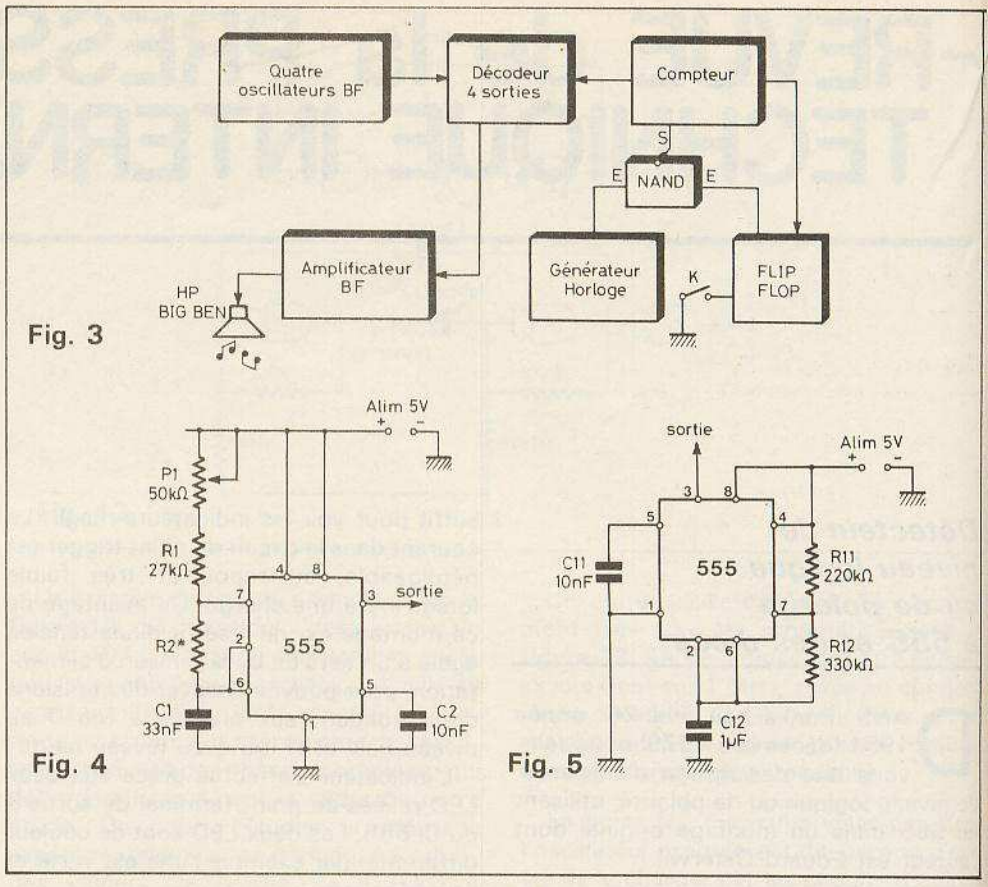


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

La mélodie du Big-Ben est Do, mi, ré, sol, sol, ré, mi, do.

Pour obtenir des sons justes on a prévu les potentiomètres P_1 sinon il aurait été nécessaire d'effectuer une sélection laborieuse des résistances R_2.

Le montage de la **figure 4** est classique et conforme à ceux décrits dans maintes autres applications du 555.

Le signal de sortie est obtenu au point terminal (broche ou fil) 3 du boîtier rectangulaire ou cylindrique à 8 terminaisons.

A la **figure 5** on donne le schéma de l'oscillateur horloge, réalisé également avec un 555 selon le schéma d'un multivibrateur astable, comme dans le cas précédent.

Là encore, le signal de sortie est obtenu au point 3 et sa fréquence est très basse, 1 Hz environ, grâce aux valeurs des éléments, R_{12} = 330 kΩ, C_{12} = 1 µF.

Dans les deux montages l'alimentation est de 5 V environ. Elle conviendra pour tout l'appareil sauf l'amplificateur BF qui nécessite 15 V.

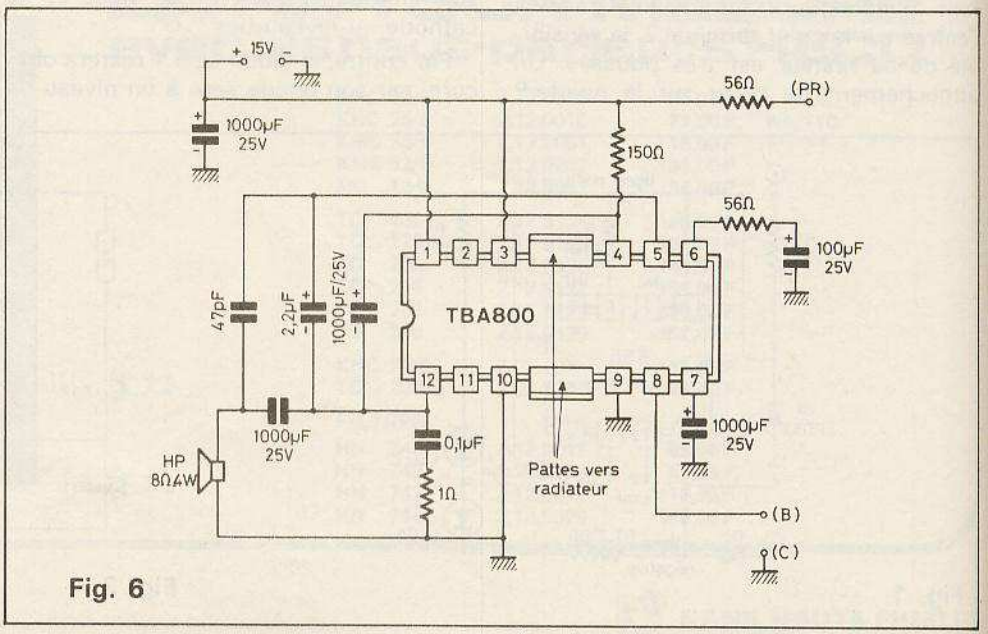


Fig. 6

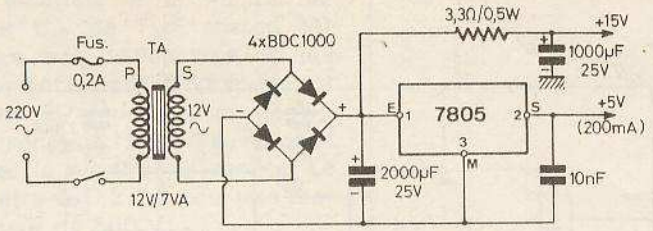


Fig. 7

Amplificateur BF

Son schéma est donné à la **figure 6.** On voit qu'il comporte un circuit TBA 800 utilisé selon un schéma bien connu, le HP ayant un point à la masse.

Remarquons les pattes qui devront être connectées à une surface de dissipation de chaleur. Cet amplificateur a une entrée qui sera branchée à la sortie BF de l'appareil, par un câble coaxila BF souple, dont la tresse sera à la masse.

Aucun réglage ne figure sur le schéma de l'amplificateur.

Alimentation

Voici maintenant à la **figure 7,** le schéma de l'alimentation. On peut voir qu'elle est régulée grâce à l'emploi du régulateur tripôle 7805, ce qui rend le montage très simple.

Le secteur étant de 220 V, sa tension est transmise au primaire du transformateur TA, à secondaire de 12 V, 7 VA, attaquant un pont redresseur à quatre diodes BDC 1000.

On a assuré le filtrage avec des condensateurs de 2 000 µF, 1 000 µF et 10 nF. Seule la tension de 5 V est régulée.

Les brochages des CI

Passons maintenant aux brochages des circuits intégrés utilisés dans cet appareil.

Celui du 555 a été indiqué précédemment, voir par exemple les deux premières figures de cet article. Voici le 7406 à la **figure 8.** Il s'agit d'un sextuple inverseur qui est utilisé dans le montage de l'appareil.

Ce CI est un TTL fonctionnant sous une tension de 5 V, appliqué au point V + (14), le – étant au point 7. Le boîtier est rectangulaire à 14 broches.

Dans l'appareil proposé on n'utilisera que cinq éléments qui peuvent se choisir à volonté parmi ceux disponibles.

A la **figure 9** on donne le brochage du quadruple NAND 7400, un TTL bien connu de la plupart de nos lecteurs. Chaque NAND possède deux entrées et une sortie, par exemple celle du point 3. Le + de l'alimentation est au point 14 et le – (et la masse) au point 7.

Dans l'appareil proposé par les deux auteurs cités plus haut, on n'aura besoin que de trois NAND. Le choix des éléments est indifférent.

Plus compliqués sont les CI contenant le décodeur et le compteur.

A la **figure 10** on donne le schéma du décodeur 7442 de la série TTL fonctionnant sous 5 V (broche 16 (+) et 8 (–). Le décodeur 7442 possède quatre entrées A, B, C, D (points respectifs 15, 14, 13, 12) et dix sorties (0) (1)... (9) aux points 1 et 9, 10, 11.

Cette disposition est indiquée par le schéma intérieur simplifié.

Les signaux A, B, C, D, sont fournis par le compteur 7490 dont le brochage est donné à la **figure 11.** Le boîtier est à 14 broches. On y trouve deux NAND, R, et G et le compteur à décade de comptage dont les sorties A, B, C, D sont aux points 12, 9, 8 et 17 respectivement.

On alimente ce CI sur 5 V avec le + au point 5 et le – et la masse, au point 10.

Montage du BIG-BEN

A la suite des analyses des différentes parties du montage, nous allons indiquer le fonctionnement de ce carillon, donnant par exemple les notes du Big-Ben.

A la **figure 12** on donne le schéma général de l'appareil sur lequel on trouve les quatre oscillateurs, les inverseurs, les Nand, le décodeur, le compteur, l'horloge et cinq transistors dont quatre PNP du type BC251 et un NPN du ype BC108.

Une diode 1N4148 est associée à Q_5, le NPN.

Les schémas détaillés des oscillateurs et de l'horlore sont donnés aux **figures 4 et 5,** l'amplificateur BF à la **figure 6** et l'alimentation à la **figure 7.**

Les signaux BF fournis par les oscillateurs 1 à 4 sont inversés et transmis par quatre inverseurs éléments du 7406, aux résistances R_3 et R_4.

Par R_4 les signaux peuvent parvenir au potentiomètre P_2 de réglage du volume.

Ce circuit comprend les composants suivants : C_5 de 0,1 µF, R_6 de 10 k, C_6, C_7 et P_2. Ensuite un câble coaxial, transmet le signal à P_3 d'où part un deuxième coaxial se terminant par les points B (fil central) et D (tresse à la masse) que l'on pourra retrouver sur l'entrée de l'amplificateur BF décrit plus haut.

Considérons ensuite les circuits des résistances R_3 de 6,8 kΩ chacune.

On peut voir que R_3 aboutit au collecteur de Q_1 (ou Q_2, Q_3, Q_4) dont l'émetteur

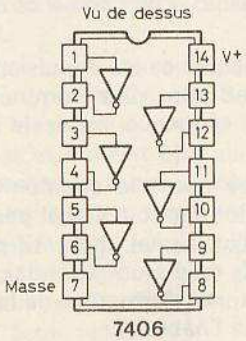


Fig. 8

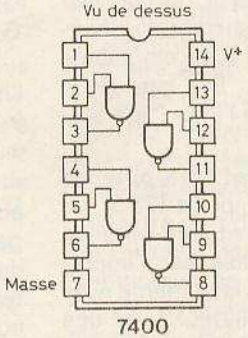


Fig. 9

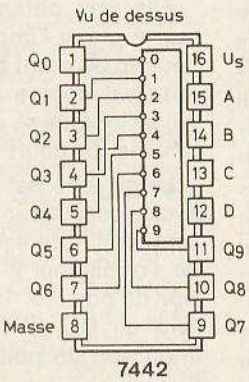


Fig. 10

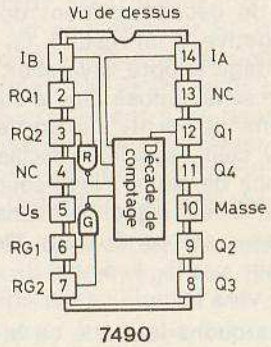


Fig. 11

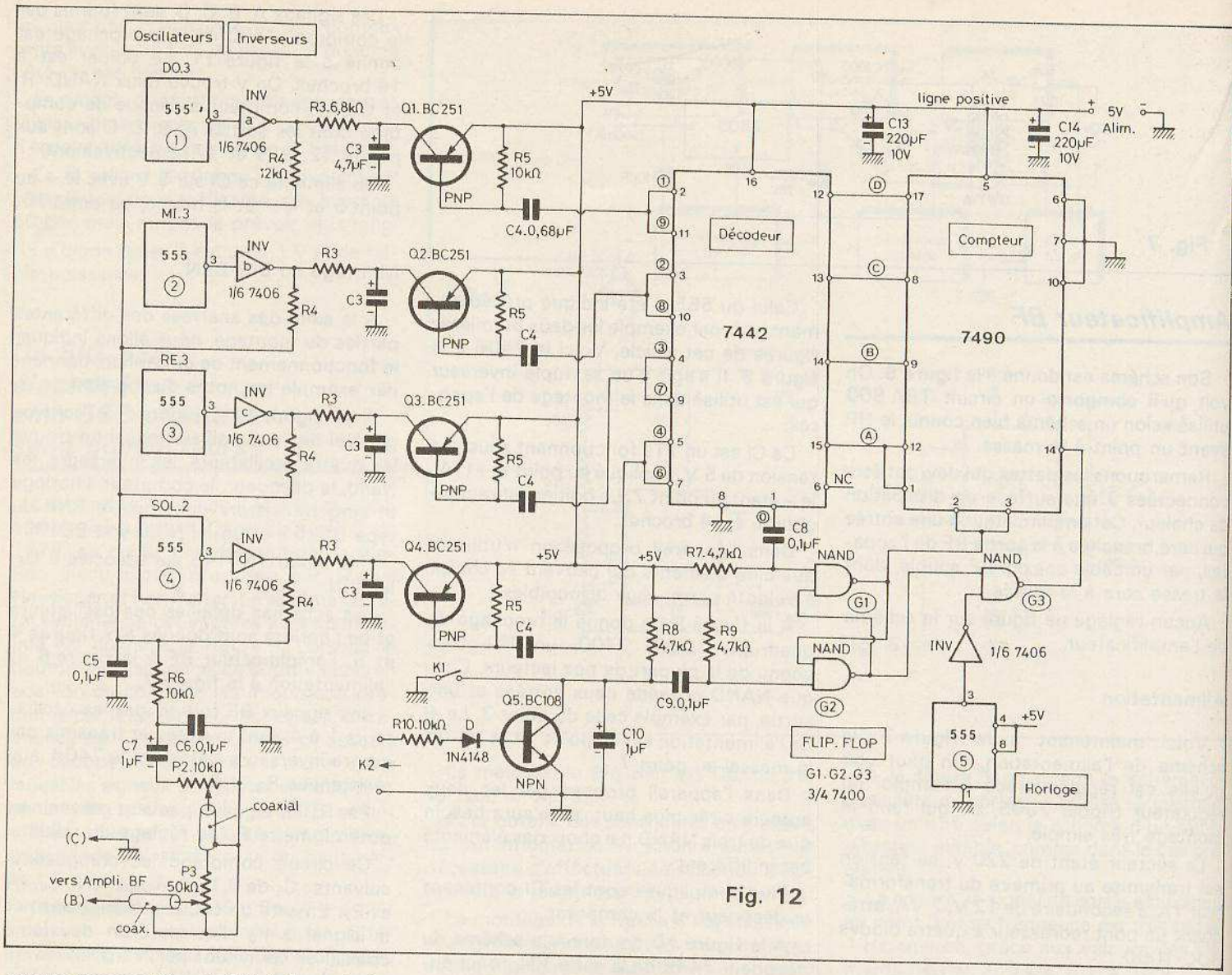


Fig. 12

est à la ligne positive de 5 V, la base de Q_1 recevant par l'intermédiaire de C_4, l'impulsion produite à la sortie du décodeur 7442.

Le transistor un PNP, fonctionne en émetteur commun connecté au +. La base est polarisée à partir de l'émetteur par R_5 de 10 kΩ. L'impulsion est transmise par C_4 de 0,68 µF.

Lorsque cette impulsion se forme à la sortie du décodeur, étant donné qu'elle est négative, il en résulte, Q_1 étant dans le montage adopté, inverseur, une impulsion de sens opposé. Sur le collecteur qui est transmis par R_3 à la sortie de l'inverseur (a), celui associé à l'oscillateur (1). En l'absence de signal l'inverseur 1 est bloqué et, avec signal provenant de R_3, l'inverseur est conducteur. De ce fait, il transmet, par R_4, le signal BF de l'oscillateur 1, vers l'amplificateur BF.

Remarquons le mode de branchement des sorties du décodeur. La première note de la mélodie Big-Ben est un DO_3 à la fréquence de 261,6 Hz fournie par l'oscillateur 1.

La deuxième note est un MI 3 à la fréquence de 329,5 Hz. Cette note est fournie par l'oscillateur 2. Elle correspond à la sortie (2) point 3 du CI qui sensibilise l'inverseur (b). La troisième note est un RÉ 3. Il en résulte qu'elle doit être libérée par l'impulsion sortant de (3) du décodeur point terminal 4. Ensuite, la quatrième note est un SOL 2 à la fréquence de 196 Hz (la plus basse de la mélodie).

Elle sera obtenue à partir de l'oscillateur 4 et par l'impulsion sortant du décodeur en (4) point terminal 5. La cinquième note est encore un SOL. Elle sera donc émise lorsque se produira l'impulsion sortant de (6) point 7.

La sixième est un RÉ et sera obtenue avec l'oscillateur 3 et le point (7) 9. La septième note est un MI et sera obtenue de l'oscillateur 2 sensibilisé par l'impulsion du point (8) 10. Enfin la huitième note sera un DO, avec l'oscillateur 1 et une impulsion du point (9) 11 du décodeur.

Remarquons qu'il y a un silence entre la séquence DO, MI, RÉ, SOL et la séquence SOL, RÉ, MI, DO et il doit en être de même entre la séquence SOL, RÉ, MI, DO et l'autre. Il suffira de ne pas mettre en circuit un oscillateur, aux impulsions (0) 1 et (5) 6 de sortie du décodeur. Le point (6) 5 reste non connecté et le point (0) 1 est connecté à une des entrées du NAND G_1.

Lorsque la dixième impulsion du décodeur, sort du point 1 (0) et parvient à l'entrée du NAND G_1 par l'intermédiaire de C_8 de 0,1 µF. Il en résulte à la sortie de G_2 un niveau L(0 ou « bas ») ce qui bloque G_3.

En conséquence les impulsions TBF de l'horloge ne sont plus comptées par le 7490. La séquence musicale est alors arrêtée.

Pour une nouvelle audition on devra actionner le poussoir K_1 qui permettra le passage d'un signal alternatif provenant du point K_2 relié à un secondaire à basse tension du transformateur de la sonnerie normale de l'habitation.

Remarquons que cette faible tension alternative est transmise par R_{10} de 10 kΩ à la diode D qui la redresse et l'applique par la cathode, au NPN BC108

monté en émetteur à la masse. Le condensateur C_{10} de 1 μF chargé par l'intermédiaire de R_8 de décharge dès que K_1 est actionné et l'impulsion produite est transmise par C_9 à une entrée de G_2. L'appareil consomme 100 mA au repos et 130 mA avec le Big-Ben en service. Le fusible doit être de 0,2 mA pour une tension du secteur de 200 V.

L'oscillateur horloge fonctionne à très basse fréquence, pouvant être modifiée en agissant sur les valeurs de C_{12} et R_{12} du montage de la **figure 5**.

L'appareil est réalisable en trois platines distinctes, l'une pour l'alimentation, une pour la BF et la troisième pour le Big-Ben.

La puissance est réglable avec P_2 et P_3.

On pourra compter sur 4 W au maximum de puissance fournie par le TBA 800 monté sur radiateur. Une bonne imitation du Big-Ben original est difficile mais un haut-parleur favorisant la reproduction aux fréquences basses et élevées sera bienvenu et devra être monté sur une enceinte acoustique.

Comme le signal BF est de forme rectangulaire, il peut être sujet à des modifications de forme à l'aide de filtres RC appropriés disposés dans le circuit du câble coaxial, par exemple.

L'amplificateur peut être disposé à une certaine distance de la sortie du Big-Ben, il suffira d'augmenter la longueur du câble coaxial aboutissant aux points B et C.

Préamplificateur Hi-Fi phono à CI ZN424

Pour un PU phonographique magnétique, un préamplificateur correcteur est nécessaire et cet appareil doit être disposé entre la sortie du reproducteur et l'entrée du circuit de tonalité qui précède l'amplificateur BF de puissance.

Dans Electronics Engineering vol. 51 n° 632, on propose sous la signature de Quentin Rice, le montage représenté à la **figure 13**.

Deux CI sont utilisés, tous deux des Ferrant du type ZN424. Ces CI sont montés dans des boîtiers rectangulaires à 14 broches et doivent être alimentés sur deux sources de tensions continues de quelques volts chacune par exemple 9 V.

Le premier étage est monté en amplificateur de tension, venant du Pick-Up une tension relativement faible de quelques mV seulement.

Le second étage est le correcteur ce qui se reconnaît aisément à l'examen de la boucle de contre-réaction sélective, montée entre la sortie 6 de CI-2 et l'entrée

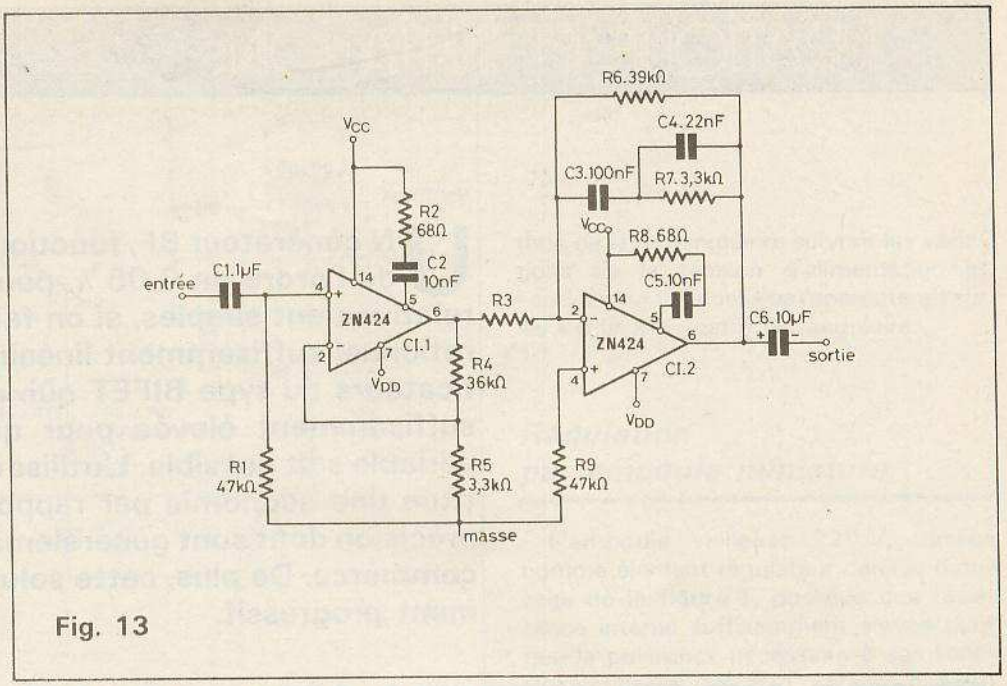


Fig. 13

inverseuse 2 du même CI. Le signal d'entrée est transmis par C_1 de 1 μF à l'entrée non inverseuse 4 de CI-1. Cette entrée est polarisée par R_1 de 47 kΩ reliée à la masse. Celle-ci est le point commun du + de la source négative et du – de la source positive de l'alimentation dont le + est aux points V_{cc} et le – aux points V_{DD}.

On remarquera la contre-réaction non sélective sur CI-1 réalisée par R_4 de 36 kΩ et R_5 de 3,3 kΩ, entre la sortie 6 et l'entrée inverseuse 2.

Un circuit correcteur est monté entre les points 14 et 5, constitués par R_2 en série avec C_2.

Le signal amplifié est transmis à CI-2 par R_3 (valeur non indiquée par Q.RICE) de 10 kΩ à 50 kΩ par exemple à essayer expérimentalement.

A l'entrée inverseuse 2 de CI-2 on trouve le signal BF, de plus, la contre-réaction sélective réalisée avec la boucle $C_3 - C_4 - R_7 - R_6$ donne au signal de sortie la forme « tombante qui convient à un PU magnifique, selon la norme RIAA.

Cette forme favorise le gain aux basses au détriment du gain aux aiguës l'effet contraire ayant été prévu à l'enregistrement des disques actuels.

Le PU donne une reproduction binaire et la contre-réaction sélective compense l'enregistrement et non la courbe du PU.

D'autre part dans les montages de CI-2 on retrouve les composants R_8 et C_5 homologues de ceux de CI-1. La polarisation de l'entrée non inverseuse 4 est assurée par R_9 qui doit valoir 47 kΩ comme R_1. Ce montage permet d'obtenir une amélioration de 10 dB du rapport signal à bruit, comparativement aux préamplificateurs correcteurs à un seul circuit intégré.

L'auteur a trouvé que l'emploi des ZN424 donnait de meilleurs résultats que ceux obtenus avec deux 741. Les ZN424 donnent un gain en boucle ouverte, c'est-à-dire sans contre-réaction de 85 dB avec une distorsion de 1,5 % seulement, avec étage de sortie en classe A. La réponse selon la norme RIAA est atteinte à 0,5 dB près et l'emploi de condensateurs de haute qualité est recommandée par l'auteur.

On pourra obtenir à la sortie jusqu'à 3,5 V efficaces avant qu'il n'y ait écrêtage.

Voici quelques résultats des calculs effectués par l'auteur au sujet des performances du montage décrit. Distorsion harmonique totale 35 dB, au-dessus de 4 mV efficaces à 1 kHz : 0,001 % à 2 V crête-à-crête à la sortie.

Pour une DHT à 40 dB au-dessus de 4 mV efficaces : 0,004 % à 10 V à la sortie (crête-à-crête). Bruit environ – 80 dB.

L'appareil proposé, à deux étages à CI, doit, par conséquent donner à la sortie une tension BF assez élevée, permettant d'attaquer un amplificateur BF de puissance avec un niveau de tension largement suffisant. Un atténuateur pourrait s'avérer nécessaire entre les deux appareils surtout si un préamplificateur correcteur de tonalité doit être introduit dans le circuit. La distorsion est très réduite.

En cas de chaînes stéréophoniques à deux canaux, le montage sera réalisé en deux exemplaires identiques en n'oubliant pas de disposer à la sortie des préamplificateurs, un réglage d'équilibrage.

■

F. JUSTER

UN générateur BF, fonctionnant avec un taux de distorsion de l'ordre de 0,05 %, peut être réalisé avec des moyens relativement simples, si on fait appel à un amplificateur opérationnel suffisamment linéaire. Tel est le cas pour les amplificateurs du type BIFET qui, de plus, offrent une impédance suffisamment élevée pour qu'un accord par condensateur variable soit possible. L'utilisation d'un tel condensateur constitue une économie par rapport au double potentiomètre de précision dont sont généralement munis les générateurs BF du commerce. De plus, cette solution permet un accord parfaitement progressif.

GENERATEUR BF à faible distorsion

Oscillateur à pont de Wien

Dans le schéma de la **figure 1**, l'amplificateur opérationnel se trouve entouré d'un pont de Wien dont la fréquence peut être modifiée par le condensateur variable double C_3, C_4, ainsi que par commutation des résistances R_1, R_2. Puisque $C_3 = C_4$, on doit également prendre $R_1 = R_2$, soit 30 MΩ, 3 MΩ, 300 kΩ, 30 kΩ si on veut couvrir entre 10 Hz et 100 kHz en quatre gammes, ou encore 10 MΩ, 1 MΩ, 100 kΩ, si on se contente d'une plage allant de 30 Hz à 30 kHz. Avec des résistances de 1 % ou de 2 %, on obtiendra un résultat convenable, mais si on est très exigeant quant au recouvrement de l'étalonnage, on doit ajouter de petites résistances d'appoint, à déterminer expérimentalement et il pourra aussi être nécessaire de commuter les trimmers C_1, C_2.

Le condensateur variable est à monter sur un support isolant de bonne qualité. On le disposera à côté du commutateur de façon à arriver à des connexions courtes. Tout le circuit est à blinder très soigneusement, notamment par rapport à l'alimentation.

L'ajustage de la tension de sortie (3 à 5 V_{eff}) se fait par R_4, et on ajuste C_1, C_2 de façon qu'on couvre bien la gamme prévue tout en observant un minimum de variations de la tension de sortie à l'intérieur de cette gamme.

Après une commutation de gamme ou une brusque modification de la fréquence, on constatera des variations périodiques et décroissantes de la tension de sortie qui ne se stabilise qu'au bout de plusieurs secondes. On peut amortir considérablement ces oscillations de régulation par le circuit R_7, R_8, D_1, et ce en ajustant R_7 en conséquence. Lors de l'ajustage optimal, on observe même une diminution de la distorsion résiduelle. Cependant, cette optimisation n'est possible que si on dispose d'un distorsiomètre. Dans le cas contraire, il est préférable d'omettre le circuit de correction car un ajustage inadéquat peut déterminer une importante augmentation de la distorsion.

Sur toutes les gammes, le taux de distorsion sera minimal pour la fréquence la plus basse, soit inférieur à 0,05 % vers 1000 Hz et pour une tension de sortie de 5 V et voisin de 0,025 % pour 3 V. Les mesures de distorsion n'ont un sens que si l'appareil se trouve entièrement blindé.

Si on ne prévoit pas R_7, R_8, D_1, l'alimentation n'a pas besoin d'être stabilisée, ni d'être particulièrement bien filtrée. Si on observe une ondulation résiduelle dans le signal de sortie, elle ne peut être due qu'à un manque de blindage.

La **figure 2** montre qu'une mise en forme rectangulaire est possible, si on fait suivre l'oscillateur à pont de Wien par un trigger. Une alimentation stabilisée est alors à conseiller, car autrement l'ampli-

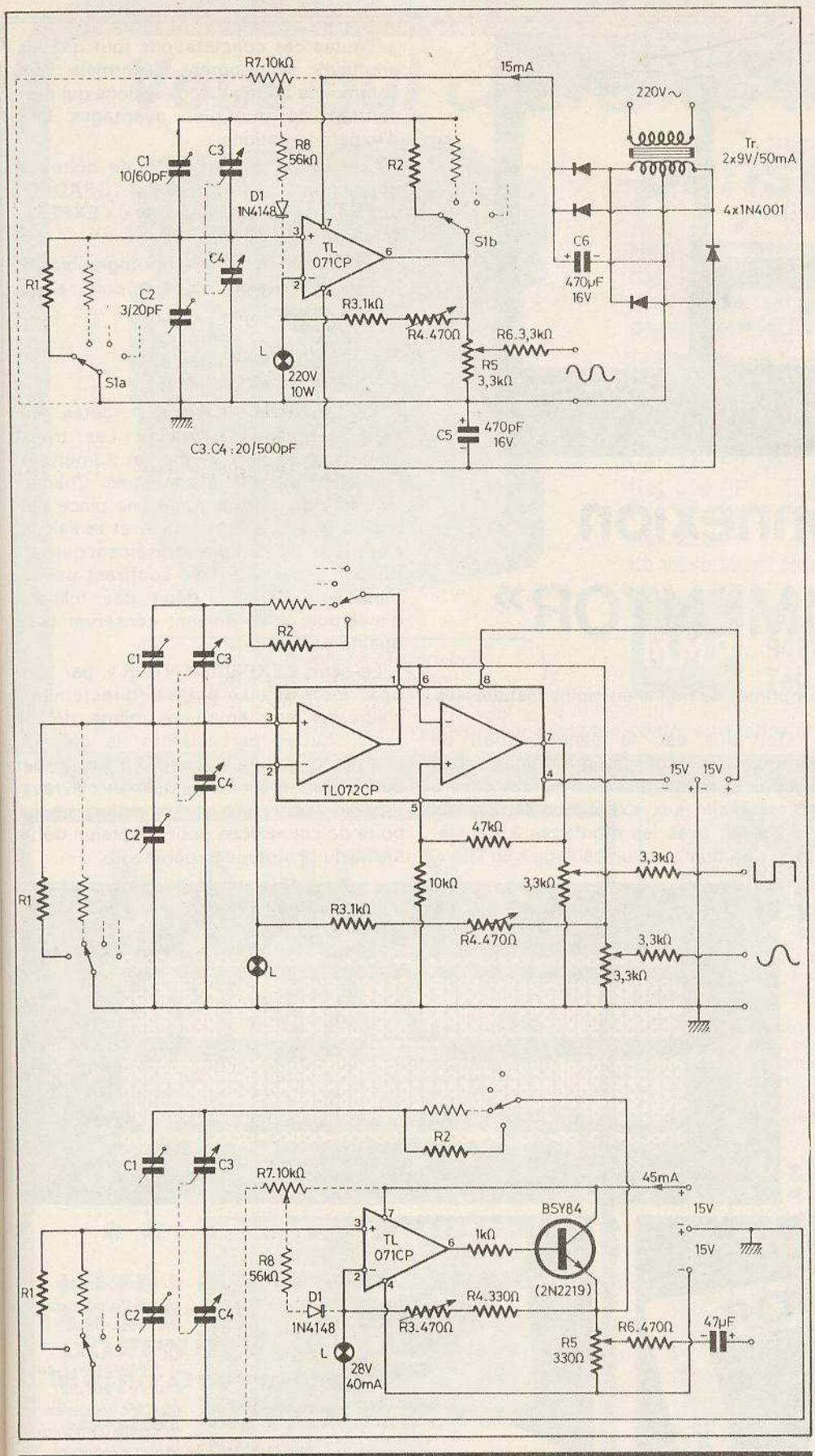


Fig. 1. à 3. – Trois circuits à BIFET : oscillateur à Pont-de-Wien (distorsion 0,05 % à 1000 Hz). Générateur de signaux sinusoïdaux et rectangulaires. Pour cet autre générateur, distorsion réduite grâce au transistor supplémentaire.

tude de la rectangulaire suivrait les variations de la tension d'alimentation et l'ondulation résiduelle se repercuterait sur les « toits » de cette rectangulaire.

Régulation par ampoule miniature

L'ampoule veilleuse 220 V, utilisée comme élément régulateur dans le montage de la **figure 1**, possède une résistance interne suffisamment élevée pour que la puissance nécessaire à son fonctionnement puisse être prélevée directement de l'amplificateur opérationnel. Cependant, il s'agit là d'un régulateur bien encombrant, si bien qu'il pourra être intéressant de mentionner une solution plus élégante, d'autant plus que celle-ci est capable d'une distorsion résiduelle encore plus faible.

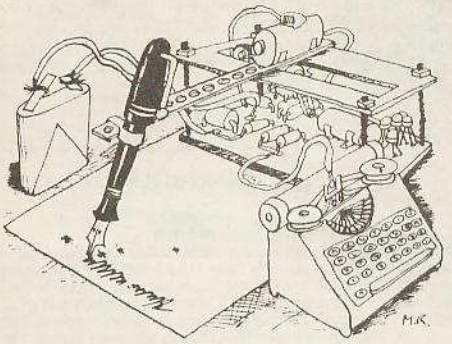
Comme le montre la **figure 3**, on peut faire suivre l'amplificateur opérationnel d'un transistor de moyenne puissance, utilisé en collecteur commun. Sur son émetteur, on dispose alors d'une intensité suffisante pour alimenter une ampoule de régulation de 28 V, 0,04 A, ou de caractéristiques approchées. Dotée d'une constante de temps thermique plus faible que la veilleuse du montage précédent, cette ampoule permet une stabilisation d'amplitude plus rapide, mais qu'on peut néanmoins encore accélérer par le circuit R_7, R_8, D_1.

Si ce circuit est correctement ajusté, on arrive à obtenir une distorsion résiduelle de 0,01 % seulement entre 1 et 1,5 kHz. Il est également possible de prélever le signal de sortie du plot 6 de l'amplificateur opérationnel. On constate alors que le taux de distorsion y est plus important que sur l'émetteur du transistor, quand on travaille à une fréquence correspondant à une forte valeur de C_3, C_4. Par contre, cette distorsion est souvent plus réduite quand C_3, C_4 se trouvent ajustés sur une valeur plus faible.

Comme les variations de la tension d'alimentation ne se repercutent guère sur la tension de sortie, une alimentation stabilisée n'est nécessaire que si on prévoit le circuit de correction R_7, R_8, D_1. En revanche, un filtrage soigné est nécessaire.

H. SCHREIBER

La page du courrier



Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d' « intérêt commun » feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du temps qui nous est imparti.

COLLABORATION DES LECTEURS

Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

PETITES ANNONCES

6 F la ligne de 34 lettres, signes ou espaces, taxe comprise.
Supplément de 6 F pour domiciliation à la Revue.
Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois.
à la Sté AUXILIAIRE DE PUBLICITÉ (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris
C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

RECTIFICATIF

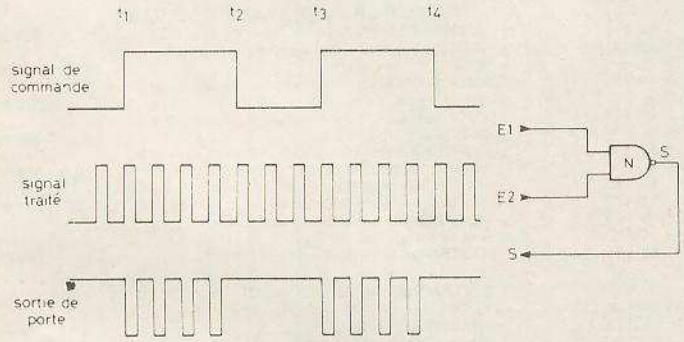
PARLEZ-MOI DU 4011
N° 22 Nouvelle série p. 144

Une erreur s'est glissée dans le schéma de la figure 7, qui illustre le fonctionnement en porte d'un circuit NAND à deux entrées. Avec le signal de commande appliqué sur l'entrée E_1, et les impulsions reçues par l'entrée E_2, le signal de sortie, comme le montre la table de vérité, n'est pas celui de la figure, mais son complément.

Nous donnons ci-dessous la figure rectifiée, qui correspond d'ailleurs à l'oscillogramme photographié dans la figure 8.

Que nos lecteurs veuillent bien pardonner cette étourderie, et que soient remerciés ceux qui nous l'ont signalée...

R.R.



Composition
Photocomposition : ALGAPRINT, 75020 PARIS
Impression - couverture : S.P.I. 75019 PARIS

Distribution : S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE

Le Directeur de la publication :
A. LAMER

Dépôt légal N° 535 – 1er trimestre 1980

Copyright © 1979
Société des PUBLICATIONS
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES

La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentations) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.).
Toute demande à autorisation pour reproduction quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

Cherchons vendeurs techniciens dégagés des obligations militaires pour :
LES CYCLADES RADIO
11, bd Diderot,
75012 Paris.
Tél. 628.91.54 et 343.02.57

Part. vend cours électr. industr. (Eurelec) complet. Ecrire avec propositions. 157, rue Jules Ferry, B.P. 59119 Waziers.

BREVETEZ VOUS-MEME VOS INVENTIONS, grâce à notre guide complet. Vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela, il faut les breveter. Demandez la notice 78 « Comment breveter ses inventions ». Contre 2 timbres à ROPA B.P. 41, 62101 **CALAIS.**

Lycéen amateur radio, désire correspondant(e) amateur de la radio TV pour échanges divers et amitié chaleureuse. Bel-Baraka-Abdellah. B.P. 788, Tabriquet-Salé, Maroc.

Seize ans, passionné électro. Cherche autre amateur pour échanges constructifs. 92 Boulogne. 825.77.60 (20 h-22 h). Prie Daniel retéléphoner - perdu adresse.

Société Pleine Expansion
Proche banlieue Est-Paris
C.A. 25 M
Domaine électronique, recherche ingénieur diplômé pour poste de « Chef de fabrication » études et recherches. Envoyer C.V. + photo et prétentions au journal qui transmettra.

Partant de tous documents, réalisons vos C.I. surt VE 18 F le dm², 1 face, 23 F 2 faces, film, étam, perçage inclus.
Scetchal alu et plastique (calques) 8 F le dm². Chèque à la commande + 5 F de port. Tél. (50) 72.41.25. IMPRELEC Le Villard, 74550 Perrignier.

SALON DES COMPOSANTS
27 Mars - 2 Avril

antennes tagra
rendement qualité prix

Antennes mobiles et fixes
27 - 30 -
80 - 144 - 160 - 450 MHz

ELECTRONICA PRESIDENT
Transceivers AM - SSB - FM

Vous donnent rendez-vous à leur stand
Bâtiment n° 2 - Allée 23 stand 31 (100 m2)

Venez parler C.B. avec nous !

TAGRA FRANCE - ELECTRONICA
B.P. 36 - 34540 BALARUC - Tél. (67) 53.22.88
telex 490534 F

CIBOT • CIBOT • CIBOT •